N° d'enregistrement
Université de Bordeaux I
- 333 -

N° d'enregistrement
C.N.R.S.
- -

THÈSE

DE DOCTORAT D'ÉTAT ÈS SCIENCES NATURELLES

PRESENTÉE

A L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PAR

Michelle CARALP

—«o»—

LES FORAMINIFERES PLANCTONIQUES DU
PLEISTOCENE TERMINAL DANS LE GOLFE DE GASCOGNE.
INTERPRETATION BIOSTRATIGRAPHIQUE ET PALEOCLIMATIQUE.

—«o»—

Soutenue, le 1971, devant la Commission d'Examen :

MM. M. VIGNEAUX, Professeur..... Président
P. LEVEQUE, Professeur.....
J. MOYES, Professeur..... Examinateurs
L. BERTHOIS, Professeur à l'Ecole Nationale
Supérieure Agronomique de Rennes..... Invité.

- 1971 -

N° d'enregistrement
Université de Bordeaux I
~ 333 ~

N° d'enregistrement
C.N.R.S.
~ ~

THÈSE

DE DOCTORAT D'ÉTAT ÈS SCIENCES NATURELLES

PRESENTÉE

A L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PAR

Michelle CARALP

—«o»—

LES FORAMINIFERES PLANCTONIQUES DU
PLEISTOCENE TERMINAL DANS LE GOLFE DE GASCOGNE.
INTERPRETATION BIOSTRATIGRAPHIQUE ET PALEOCLIMATIQUE.

—«o»—

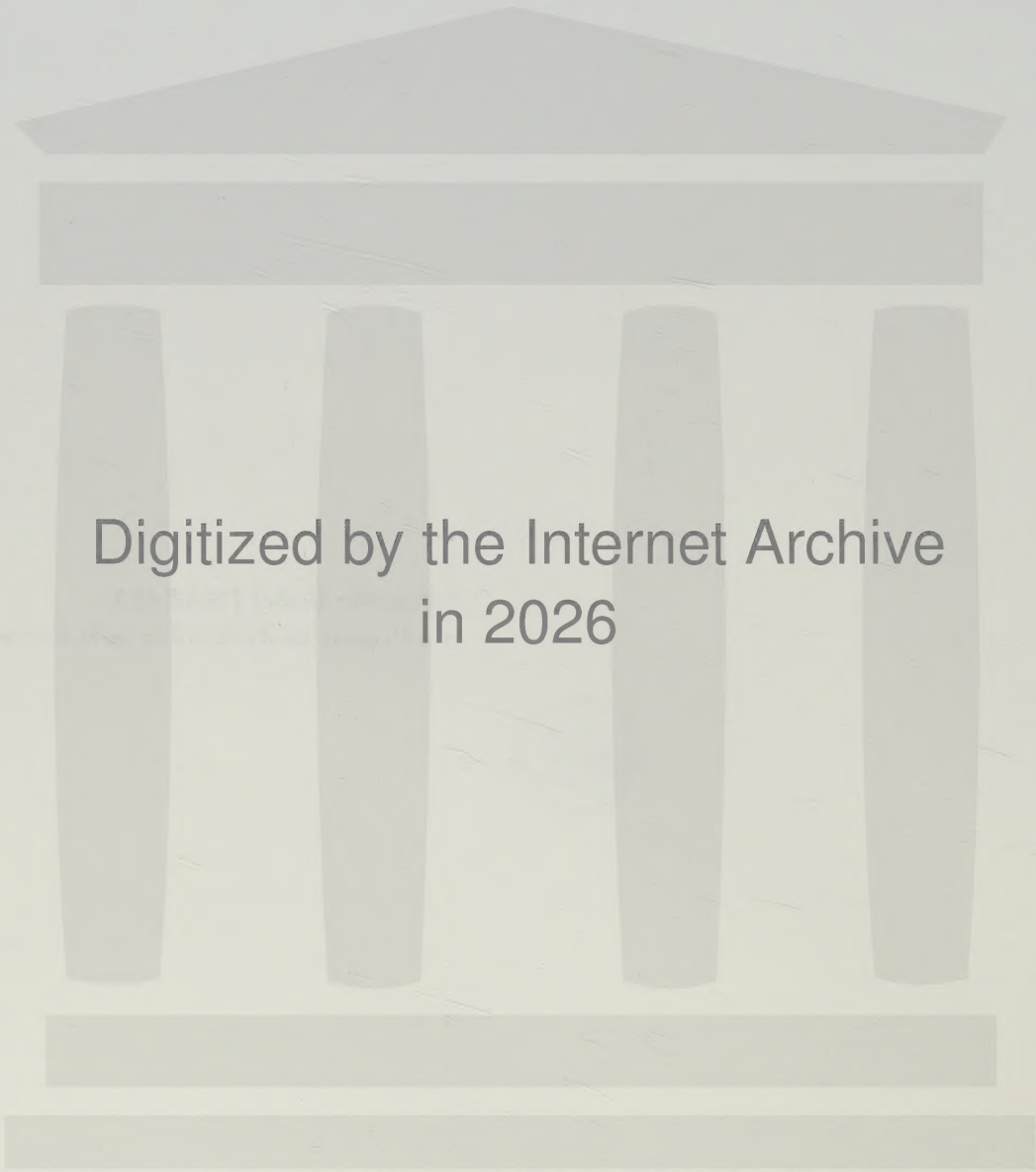
Soutenue, le 1971, devant la Commission d'Examen :

MM. M. VIGNEAUX, Professeur..... Président
P. LEVEQUE, Professeur.....
J. MOYES, Professeur..... Examinateurs
L. BERTHOIS, Professeur à l'Ecole Nationale
Supérieure Agronomique de Rennes..... Invité.

~ 1971 ~

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A Monsieur Michel VIGNEAUX
et à l'équipe de Recherches qu'il a créée


Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543508_0022

AVANT - PROPOS

Lorsqu'en Mars 1957 je m'orientais vers la Géologie, Monsieur le Professeur VIGNEAUX me proposa comme sujet de Thèse de 3ème cycle, l'étude des Foraminifères du Miocène du Bazadais. Ce sujet, brûlant à l'époque, s'intégrait dans une étude générale du Néogène aquitain que l'équipe de recherches déjà ébauchée devait mener à bien.

A l'issue de cette Thèse, j'ai eu la chance de participer souvent directement aux principales et très diverses étapes de la vie du Laboratoire, en apportant une modeste contribution aux problèmes abordés. J'ai alors appris, sous l'impulsion toujours déterminante que sait donner le Professeur VIGNEAUX et en collaboration constante avec le Professeur MOYES, ce qu'est l'interprétation micropaléontologique raisonnée, constructive et ô combien dynamique.

Au fil des années, l'expérience acquise au contact des problèmes du Tertiaire marquait le groupe de recherches qui, tout naturellement, fut amené à se tourner vers l'Océan, ce foyer des incursions marines conservées dans le Bassin d'Aquitaine. J'ai pu alors à partir de 1965 me lancer dans des voies de recherches nouvelles ayant pour cadre ce vaste Golfe de Gascogne, domaine neuf en grande partie et d'autant plus attrayant.

Cette étape, la dernière en date dans l'histoire du Laboratoire, me conduit aujourd'hui à présenter ce mémoire.

C'est pourquoi je voudrais très simplement exprimer à Monsieur le Professeur VIGNEAUX ma reconnaissance particulièrement sincère, pour m'avoir fait pleinement confiance dès mon entrée dans son laboratoire et pour m'avoir permis de vivre au sein de l'équipe de recherche qu'il organisait alors, - et l'on sait depuis avec quel succès -, une expérience scientifique que j'ose qualifier d'unique.

Ma joie est profonde de pouvoir aujourd'hui lui dédier ce mémoire, fruit d'un travail qu'il a su guider par ses conseils nombreux et ses encouragements amicaux et toujours bienveillants.

Monsieur le Professeur MOYES a suivi avec un intérêt constant le développement de mes recherches et a accepté de faire partie de ce Jury. Qu'il soit aujourd'hui remercié pour notre longue entente au sein du Service de Micropaléontologie, pour nos nombreuses discussions généralement spontanées et toujours fructueuses dans le climat de confiance mutuelle qu'il a su créer, pour les conseils judicieux si généreusement prodigués.

Monsieur le Professeur LEVEQUE a bien voulu accepter de juger mon travail. Sa présence dans ce Jury est la matérialisation de l'intérêt qu'il a toujours porté à mes recherches : son aide manifestée dès les premières tentatives de recherches en domaine marin s'est avérée particulièrement précieuse lors de la synthèse des résultats obtenus. Qu'il trouve ici le témoignage de ma gratitude.

Il m'est particulièrement agréable de remercier Monsieur le Professeur BERTHOIS qui me fait le grand honneur de faire partie de ce Jury. J'ai eu l'occasion au cours de ses divers séjours au Laboratoire de lui faire part de mes résultats, de mes difficultés aussi. Sa très grande expérience du domaine marin et sa bienveillante compréhension ont été pour moi une aide efficace.

Je voudrais maintenant exprimer à Madame DUPRAT toute ma reconnaissance pour sa collaboration journalière, jamais démentie au cours des travaux longs et parfois fastidieux qui lui étaient confiés : son aptitude certaine à la recherche et son exigence du travail bien fait méritent d'être soulignés ici.

Madame AMIGO et Madame DARTIGUES, depuis de longues années m'ont toujours spontanément donné leurs concours. La conscience extrême dont elles font preuve m'a fait gagner un temps précieux. Je les en remercie sincèrement.

Une mention toute spéciale ira à mes collègues J. ALVINERIE et C. LATOUCHE. Leur aide amicale fut déterminante pour mener à bien ce travail : elle illustrerait s'il en était besoin, notre franche et si cordiale collaboration.

Monsieur SEVERAC a réalisé les analyses permettant les datations par le radiocarbone qui sont utilisées dans ce mémoire. Sa compétence et son expérience sont le garant de la qualité des résultats obtenus.

Monsieur THIBAULT, Chargé de Recherches au C.N.R.S., a bien voulu me faire bénéficier de sa vaste expérience concernant le Quaternaire continental. Les échanges d'idées que nous avons eu m'ont permis de nuancer certaines interprétations et ont été extrêmement profitables.

Madame LE CALVEZ, Directeur adjoint du Laboratoire de Micropaléontologie de l'Ecole Pratique des Hautes-Etudes, m'a aimablement accueilli dans son laboratoire et a mis à ma disposition les collections de références déposées au Muséum d'Histoire Naturelle de PARIS.

Je dois mentionner ici les discussions bénéfiques que j'ai eu avecle Docteur J. THIEDE de l'Université de KIEL lors de la 2e conférence sur les Planctoniques et la gentillesse avec laquelle il m'a communiqué certains résultats de ses recherches sur les marges continentales du Portugal.

C'est grâce au Centre National pour l'Exploitation des Océans (C.N.E.X.O.) et au Centre de Recherches et d'Etudes océanographiques (C.R.E.O.) que j'ai pu disposer d'un choix abondant d'échantillons d'une valeur certaine, résultat de la compétence des divers Chefs de Missions et de l'équipage des navires océanographiques Jean CHARCOT et JOB-HA-ZELIAN.

Enfin, que tous ceux ayant contribué, à quelque titre que ce soit, à l'élaboration de ce travail veuillent bien trouver ici l'expression de ma vive gratitude.

Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine
1971, 11, fasc. 1, p. 1-189 - X pl.h.t.

Les Foraminifères planctoniques du Pléistocène terminal dans le Golfe de Gascogne.

Interprétation biostratigraphique et paléoclimatique

par Michelle CARALP *

RESUME.

Ce mémoire traite de la répartition des microfaunes planctoniques dans les dépôts récents du Golfe de Gascogne. La sensibilité particulière de ces microfaunes vis-à-vis des conditions de température est telle qu'à toute variation climatique correspond une variation de l'association faunique. Par ce principe de recherches, il est possible de retrouver en domaine marin, la trace des glaciation ayant marqué le Quaternaire.

Dans ce but, un grand nombre de carottes prélevées dans des secteurs variés du Golfe de Gascogne (domaine batyssal et abyssal essentiellement) ont été utilisés ce sont par exemple les Dômes Gascogne et Cantabria, certains canyons de la pente continentale, la plaine abyssale et la pente continentale non perturbée par des canyons.

Les résultats obtenus sont les suivants :

- la stratigraphie est établie sur la base des variations climatiques observées. Avec l'aide de datation par le C 14, un essai de chronologie est tenté qui conduit à adopter, en ce qui concerne le domaine marin, les termes et la succession stratigraphique préétablis sur le continent. Les dépôts de la fin du Riss, de l'interglaciaire Riss-Würm, du Würm avec ses quatre stades glaciaires et interstades, de l'Holocène constituent à l'heure actuelle la seule succession connue dans le domaine marin du Golfe de Gascogne.

- Les variation de la sédimentation dans le Golfe de Gascogne sont le résultat de deux actions dynamiques contraires :
  - l'érosion de certains niveaux après leur dépôts
  - l'accumulation supérieure à la moyenne dans des zones soumises à des apports détritiques (secteur des canyons notamment).

Dans chaque cas, les causes possibles de ces variations sont suggérées.

- Les caractéristiques des différents stades climatiques reconnues dans le Golfe de Gascogne sont données, ainsi que le taux de sédimentation qui donne une indication sur la quantité des apports ou sur la prépondérance des éléments strictement pélagiques.

- L'amplitude des variations de température au cours des dernières variations est estimée. Par comparaison avec les conditions actuelles, il apparaît que, au cours des stades les plus frdids du Würm, le Golfe de Gascogne a été soumis à un climat rigoureux proche de celui des côtes groenlandaises actuelles. Ces hypothèses sont confirmées par l'existence dans le matériel étudié d'éléments sableux mal classés originaires des provinces nordiques et amenés dans le Golfe de Gascogne à la faveur de petits icebergs dérivants.

- Une comparaison de l'ensemble des résultats obtenus est faite avec les autres domaines marins du Globe(équatorial et méditerranéen) et avec le domaine continental (S.W. de la France essentiellement).

---

* *Thèse de Doctorat d'Etat, soutenue le 30 juin 1971 à l'Université de Bordeaux I, n°333, réf. C.N.R.S. A 0. 6001* -

En conclusion, un essai de paléogéographie est tenté depuis la fin du Riss jusqu'à l'époque actuelle et l'intérêt d'une telle étude pour une meilleure compréhension des phénomènes géologiques anciens est suggéré.

ABSTRACT :

This work deals with planctonic microfauna distribution in the recent deposits of the Bay of Biscay. The particular sensivity of these microfauna with respect to temperature is such that even climatic variation is paralleled by a variation in the faunal association. Using this research principle, it is possible to find in the marine domain, trace of the quaternary glaciations.

In this aim, a large number of cores were utilised, from different parts of the bathyal and abyssal zones of the Bay of Biscay. These zones were among others, the Gascogne and Cantabria Domes, certain canyons. the abyssal plain and the continental shelf outside of the canyons.

The results are the following :

- A stratigraphy is etablished on the basis of the climatic variations observed. Using C 14 dates, a cronology is attempted which leads to the adoption, for the marine domain, Würm, (with its 4 glacials), and the Holocene, constitute the only series known at this time, in the marine domain of the Bay of Biscay.

- The variations in sedimentation in the Bay of Biscay are the result of two opposing dynamic actions :
  - erosion of certain layers after their depositions
  - higher than normal sedimentation rates in those areas submitted to detrital influx (especially canyon).

In each case, the possible causes for these variations are suggested.

- The characteristics of the different climatic variations known in the Bay of Biscay are described as well as the rate of sedimentation, giving an indication on the quantity of these influxes or on the preponderance of the strictly pelagic elements.

- The amplitude of the temperature variations during these glaciations is estimated. By comparaison with present day conditions, it seems that, during the colder periods of the Würm, the Bay of Biscay was submitted to a climat not unlike that of Greenland to day. These hypotheses are confirmed by the existence in the sediment studied, of poorly sorted sands coming from nordic provinces and ice-rafted to the Bay of Biscay.

- A comparaison of the general results is made with the other marine domaine of the earth (equatorial and mediterran) and with the continental domain (mainly Southwest France).

In conclusion, a paleogeographic outline is attempted, covering the time since the end of the Riss until the present day. The interest of such a study for the better comprehension of ancient geological phenomena is suggested.

INTRODUCTION

Le Golfe de Gascogne a fait l'objet, depuis fort longtemps, d'études diverses puisque les premières recherches effectuées dans un objectif cartographique datent de la fin du siècle dernier.

Jusqu'en 1965, les travaux d'ordre géologique concernent presque exclusivement le domaine de la plate-forme continentale.

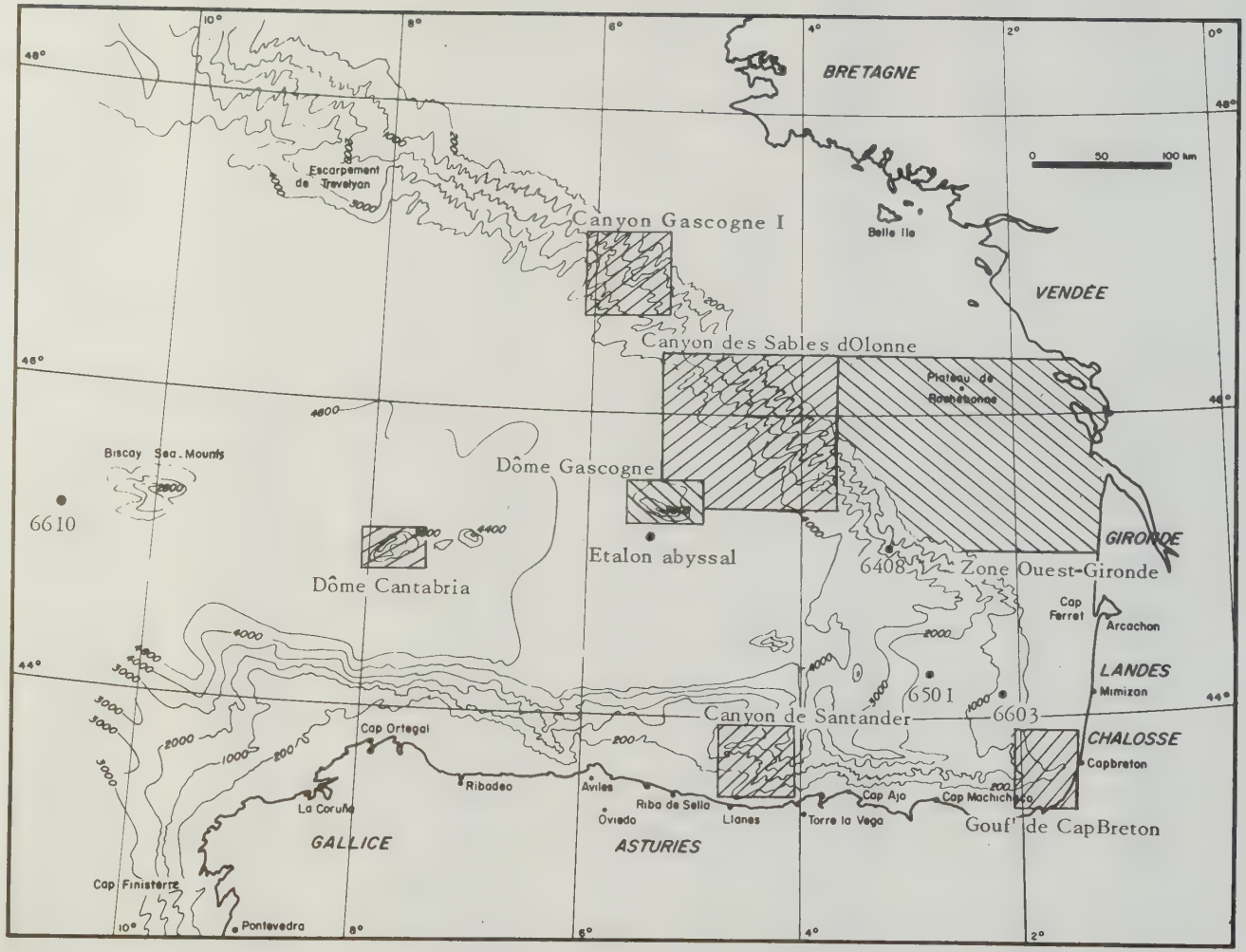
En effet, jusqu'à cette date, les secteurs du talus continental et de la plaine abyssale s'ouvrant vers le domaine océanique atlantique situé plus à l'W ont été très peu étudiés en raison de l'absence de documents cartographiques précis et de moyens corrects de positionnement.

Avant la publication en 1962 par BERTHOIS et BRENOT d'une série de 12 cartes bathymétriques portant sur l'ensemble du Golfe de Gascogne, les possibilités de délimitation des domaines profonds de ce Golfe étaient fort réduites. L'examen de ces cartes par des méthodes géomorphologiques a permis à PRUD'HOMME et VIGNEAUX (1971) de reconnaître les zones les plus intéressantes du point de vue géologique ; par suite, le choix des domaines susceptibles de faire l'objet de missions océanographiques orientées a été facilité.

C'est vers 1965 que les divers groupes de recherches du Laboratoire de Géologie travaillant jusque là sur les dépôts tertiaires du Bassin d'Aquitaine ont pu, sous la direction du Professeur VIGNEAUX, appliquer directement aux différents domaines du Golfe de Gascogne, l'ensemble des méthodes qu'une longue expérience géologique acquise sur le continent voisin avait permis de mettre au point.

La connaissance acquise dans le vaste Bassin d'Aquitaine concernait essentiellement les phénomènes intéressant la géologie sédimentaire. La transposition au domaine marin devenait alors une nécessité dans l'espoir de mieux comprendre par l'examen des phénomènes actuels, la génèse et l'évolution des dépôts anciens.

C'était le début de cette aventure de Géologie marine qui devait modifier très vite l'orientation d'une partie des recherches du laboratoire, sans en changer l'esprit.



d'après Berthois L. et Brenot R.

Fig.1 : Localisation des régions étudiées.

Le Golfe de Gascogne - cadre de ces recherches - comprend :

- *le plateau continental* défini entre 0 et - 200 m de profondeur ; très large (jusqu'à 200 km) à l'W des côtes bretonnes et vendéennes, plus réduit le long des côtes médocaines et landaises (50 à 70 km), et presque inexistant (10 km ou moins) le long des côtes d'Espagne jusque au Cap-Finisterre, ce plateau est notamment à l'aplomb des côtes françaises le lieu d'une sédimentation meuble sablo-vaseuse.

- *le talus continental* limité de - 200 à - 4000 m environ marqué par une pente relativement forte (plus de 10% par endroit) et une topographie très tourmentée ; cette dernière est mieux connue depuis la publication des cartes bathymétriques de BERTHOIS et BRENOT, et des très nombreux canyons qui caractérisent ce talus ont pu être inventoriés ; les dépôts qui s'y forment sont essentiellement vaseux mais sujets parfois à des apports de matériaux sableux provenant du plateau.

- *la plaine abyssale* s'étendant vers l'W au delà de - 4000 m de profondeur. Elle est parsemée de dômes et de montagnes sous-marines qui correspondent à des motifs structuraux positifs. La sédimentation y est très généralement vaseuse constituée en grande part d'éléments pélagiques (Foraminifères notamment).

Ces trois domaines fondamentaux du Golfe de Gascogne font à l'heure actuelle l'objet d'études très diverses. En effet, depuis quelques années sous l'impulsion donnée principalement par le Centre National pour l'Exploitation des Océans (C.N.E.X.O.) les Sciences de la mer ont connus un essor nouveau qui, est à l'origine des grands progrés récents réalisés dans la connaissance de l'environnement marin de la France.

Parallèlement aux nombreuses études menées sur la plate-forme continentale et qui mettent nécessairement en jeu diverses disciplines complémentaires, des études nouvelles en ce qui concerne le Golfe de Gascogne ont été entreprises sur la pente et dans les abysses. Outre une reconnaissance des sédiments de surface réalisée dans des secteurs particuliers, il a été possible d'entreprendre l'étude d'un certain nombre de coupes verticales qui, à partir de 1966, ont pu être prélevées par les navires océanographiques Jean Charcot et Job Ha Zelian respectivement à grande et moyenne profondeurs.

Etant donné la monotonie assez générale des sédiments recueillis, l'examen des microfaunes a été entrepris en premier lieu pour tenter de trouver dans les dépôts récents et profonds des critères simples permettant d'établir rapidement une stratigraphie servant de cadre possible aux recherches sédimentologiques ou géochimiques menées parallélement. Pour cela, il convenait d'essayer de reconnaitre le long des sections verticales des variations des associations successives de *Foraminifères planctoniques* en se basant sur les méthodes utilisées et les données déjà acquises par ERICSON et ses collaborateurs (1959 à 1968) dans les domaines tropicaux et subtropicaux de l'Atlantique.

Les premiers résultats obtenus dès 1967 (CARALP), sur une petite carotte de la pente continentale ont montré des variations climatiques tellement nettes que ce type d'études a été alors entrepris sur l'ensemble du matériel disponible dans le Golfe de Gascogne, qui s'est enrichi progressivement par les prélèvements nouveaux de chaque campagne en mer.

Les éléments d'informations donnés par l'étude des microfaunes de Foraminifères planctoniques se sont alors avérés aptes à fournir une base stratigraphique préliminaire utilisables pour toute recherche ultérieure.

Au fur et à mesure que des campagnes de prélèvements ont eu lieu dans le Golfe de Gascogne, des domaines variés de la pente continentale et des abysses ont été prospectés (fig. 1) ; une échelle stratigraphique basée d'une part sur les variations d'ordre climatiques, d'autre part sur les résultats donnés par les mesures d'âge par le $_{14}C$ a pu être dressée et utilisée dans les secteurs géographiques étudiés, quelsque soient l'aspect de la sédimentation et l'ampleur des variations de la sédimentation.

Nous avons alors essayé de retracer *l'histoire climatique récente du Golfe de Gascogne.* telle que les variations observées permettent de l'imaginer pour les 100.000 dernières années.

Cet aspect de la reconstitution de l'histoire du Golfe que nous proposons doit être dès à présent complété par d'autres études en particulier d'ordre paléontologique, sédimentologique et géochimique. Mais il est bien évident que l'image vraisemblable de l'évolution récente du Golfe de Gascogne ainsi obtenue se modifiera et évoluera au fur et à mesure de l'avancement des recherches.

CHAPITRE I

HISTORIQUE

Les recherches concernant les microfaunes planctoniques actuelles et quaternaires sont nombreuses et variées. Elles reflétent deux lignes directrices :

- l'une d'ordre biologique a trait à la connaissance des biocoenoses planctoniques vivantes dans les masses d'eaux océaniques en fonction de différents facteurs, la température étant l'un des plus important.
- l'autre d'ordre géologique a trait à l'étude en section verticale dans un but stratigraphique, des thanatocoenoses représentatives de ces biocoenoses.

La complémentarité de ces deux voies de recherches est évidente et directe dans les travaux concernant leQuaternaire marin.

En ce qui concerne des formations plus anciennes, ces informations doivent éventuellement pouvoir être extrapolées lors de recherches géologiques portant sur des séries stratigraphiques dans lesquelles les données biologiques sont de plus en plus ténues.

1.1. LES MICROFAUNES VIVANTES DE FORAMINIFERES PLANCTONIQUES

1. 1. 1. LES ASSOCIATIONS FAUNIQUES

Depuis une quinzaine d'années, de nombreux travaux ont été effectués sur les microfaunes vivantes de Foraminifères planctoniques. Une reconnaissance des associations fauniques en fonction de la latitude a été réalisée dans les différents océans du monde.

1- 1.1.1. OCEAN PACIFIQUE

L'un des premiers, BRADSHAW (1959) montre l'existence dans l'Océan Pacifique N et équatorial (70° lat.N à 50° lat.S) de quatre types de faunes :

- une faune d'eau froide (subarctique),
- une faune de transition,
- deux faunes d'eaux chaudes dont l'une présente un caractère plus nettement tropical que l'autre. Il relie chaque association faunique à un type de masse d'eau.

Puis PARKER (1960) complète les travaux de BRADSHAW dans l'Océan Pacifique équatorial et S-E . Elle groupe les 16 espèces planctoniques vivantes en cinq ensembles d'après leur répartition géographique et confirme le rôle déterminant de la température dans l'échelonnement des associations planctoniques suivant la latitude.

SMITH (1963) reprend ensuite l'étude des microfaunes planctoniques actuelles du N Pacifique en fonction de divers facteurs physiques, entre autres : température, salinité, oxygène dissous.

1- 1.1.2. OCEAN INDIEN

BELJAEVA (1964) reconnait dans l'Océan Indien l'existence de cinq biocoenoses allant des associations d'eaux froides, jusqu'aux associations tropicales. Sur le fond marin, cinq thanatocoenoses de même type reproduisent bien l'image des associations vivantes.

Puis plus récemment, UJIÉ (1968) dans le secteur S oriental donne, pour expliquer la répartition de chaque espèce, une interprétation directement liée aux conditions hydrologiques locales.

1- 1.1.3. OCEAN ATLANTIQUE

BOLTOVSKOY (1962) étudie les microfaunes de Foraminifères planctoniques d'échantillons de surface de l'Atlantique S, prélevés dans la zone de convergence subantarctique.

BÉ (1969) montre la répartition des 9 espèces vivantes rencontrées dans les eaux antarctiques et subantarctiques. Il compare avec la répartition des mêmes espèces sur le fond de l'océan, met en évidence un léger déplacement des microfaunes subantarctiques vers le domaine antarctique et conclut à un réchauffement climatique récent.

Dans l'Océan Atlantique N, les travaux réalisés sur les formes planctoniques vivantes sont nombreux.CIFELLI (1962) note les variations des associations fauniques en diverses stations du secteur W-Atlantique au cours d'une année et vis-à-vis des caractéristiques hydrographiques majeures de la région considérée (32° à 42° lat. N ; 65° à 72° long. W).

Puis ce sont surtout les travaux de BÉ (1959 à 1967) et BÉ et HAMLIN (1967) qui paraissent importants, ces auteurs parvenant à définir dans l'Atlantique N trois provinces fauniques majeures de Foraminifères planctoniques marquées par :

- une association subarctique avec *Globigerina pachyderma, G. bulloïdes* et *G. quinqueloba.*
- une association tempérée ou transitionnelle caractérisée par *Globorotalia inflata* et un mélange d'espèces subarctiques et subtropicales.
- une association subtropicale composée de 16 espèces avec notamment *Globigerinoïdes ruber, G. sacculifer* et *Globigerinella aequilateralis.*

Parmi les résultats donnés par BÉ et HAMLIN (1967), les stations de prélèvement les plus proches du Golfe de Gascogne sont les points 30, 31 et 32. Les pourcentages que l'on peut déduire des comptages réalisés à la station 32 située un peu au N du Cap-Finisterre sont les suivants:

- *Globigerina pachyderma* : 40,5 %
- *Globigerina bulloïdes* : 21 %
- *Globigerina quinqueloba* : 5 %
- *Globorotalia inflata* : 32,5 %

Sur la base de ces différents travaux, BÉ (1967) dresse, sous forme de clé dichotomique, une liste des espèces de Foraminifères planctoniques en précisant pour chaque espèce, la distribution géographique et le domaine climatique où elle vit.

1-1.2. LES ESPECES

Quelques études ont porté plus particulièrement sur les microfaunes vivantes du domaine arctique.

BÉ (1960) montre que *Globigerina pachyderma* est la seule espèce planctonique de l'Océan Arctique central. Le caractère planctonique de cette espèce, longtemps mis en doute, est reconnu par CARSOLA (1953) dans la mer de Behring.

SMITH (1964) note la proportion dominante des formes senestres de cette même espèce dans le secteur de l'Océan Pacifique.

LIDZ (1966) établit le pourcentage dominant des individus dextres de *G. pachyderma* recueillis près des côtes de Californie.

Remarque : La connaissance des microfaunes planctoniques actuelles est fondamentale pour le type d'études entreprises. Les interprétations climatiques auxquelles conduisent les études de sédiments carottés provenant des domaines océaniques profonds, reposent directement sur la connaissance de la répartition géographique des microfaunes planctoniques à travers les océans actuels. Elles impliquent des modifications de cette répartition au cours du Quaternaire avec déplacement, en fonction de la latitude, des domaines climatiques actuels.

1. 2. LES MICROFAUNES DE FORAMINIFERES PLANCTONIQUES RECUEILLIS A LA SURFACE DU FOND

1. 2.1. LES ASSOCIATIONS FAUNIQUES

SCOTT (1935) fut, après BRADY (1884), l'un des premiers à étudier les microfaunes planctoniques recueillies en dragages et petites carottes dans les domaines équatoriaux et subéquatoriaux de l'Océan Atlantique.

En 1950, WISEMAN et OVEY étudient les dragages recueillis en Atlantique N dans 9 localités réparties de 70° de lat. N jusqu'à 60° de lat. S. Ils reconnaissent trois types de microfaunes : froide , tempérée et chaude et signalent dans les associations tempérées l'importance de *Globorotalia inflata.*

Toutefois, la grande majorité des travaux a été réalisée sur du matériel provenant de carottes ; ils seront exposés dans le paragraphe suivant. Le domaine équatorial est, de loin, le plus étudié et le mieux connu en ce qui concerne les sédiments de surface du fond marin.

1. 2.2. LES ESPECES.

En 1950, BOLLI étudiant les Foraminifères planctoniques (*Globorotalia* en l'occurence) de sédiments anciens d'âge oligo-miocène de Trinidad, note deux faits très importants :

- le sens d'enroulement d'une espèce varie au cours d'une période stratigraphique donnée,
- l'égalité de pourcentage des individus dextres et senestres n'est réalisée que pendant une période très courte correspondant au début de l'évolution d'une espèce ou d'un groupe d'espèces, l'espèce «choisissant» ensuite un enroulement préférentiel .

Des remarques du même ordre sont émises sur un certain nombre d'espèces de *Globigerina* (BOLLI, 1951) et à propos de *Globorotalia scitula* dans des dépôts tortoniens (VASICEK, 1953).

GLOBOROTALIA TRUNCATULINOIDES

A partir de ces observations ERICSON, WOLLIN et WOLLIN (1954) étudient des populations récentes de *Globorotalia truncatulinoïdes* dans un vaste domaine de l'Océan Atlantique N (de l'équateur jusqu'à la latitude 55° environ).

Ils mettent en évidence trois provinces définies par le sens d'enroulement de cette espèce :

- une province à individus dextres dans le quart N-E de l'Océan Atlantique N, où s'intègre le Golfe de Gascogne.
- une zone centrale à enroulement senestre dominant, allant du N-W de l'Afrique jusqu'au N de l'Amérique.
- une province à individus dextres qui comprend le domaine équatorial et remonte légèrement le long des côtes de Floride.

Tout changement de dominance du sens d'enroulement de *Globorotalia truncatulinoïdes* en un point donné implique un déplacement des provinces reconnues. Appliqué à l'étude de carottes dans le domaine subtropical ou tropical, il permet de déceler des variations climatiques.

Remarque :

Les observations très intéressantes réalisées sur cette espèce ne peuvent être utilisées dans le Golfe de Gascogne pour diverses raisons :

- la pauvreté numérique en individus de *Globorotalia truncatulinoïdes* qui ne permet pas d'établir un pourcentage significatif,
- le maintien de la forme dextre vers le N ; en cas d'un refroidissement, ce serait toujours la forme dextre qui serait recueillie.

GLOBIGERINA PACHYDERMA

Puis, c'est l'espèce subarctique *Globigerina pachyderma* qui a fait l'objet d'études du même type.

ERICSON (1959) dresse une carte de la répartition du pourcentage d'individus dextres et senestres de *G. pachyderma* dans la partie tout à fait supérieure de carottes implantées dans l'Océan Atlantique de la latitude 40° N jusqu'au pôle N.

Le changement du sens d'enroulement se fait le long d'une ligne passant au N de l'Ecosse, au S de l'Islande puis redescendant à une certaine distance des côtes groenlandaises et canadiennes. Les individus sont dextres au S de cette ligne, senestres au N.

L'auteur montre que la zone où se produit le changement de sens d'enroulement de *G. pachyderma* suit d'assez près la position de l'isotherme 7° 2 d'Avril.

L'application des observations d'ERICSON à l'étude d'une carotte implantée dans le secteur S, là où les *G. pachyderma* ont un enroulement dextre, apparait immédiatement; le changement

du sens d'enroulement observé le long d'une coupe verticale indique l'extension vers le S des masses d'eaux caractérisant la zone nordique et marquées par des *Globigerina pachyderma* à enroulement senestre.

Presque en même temps, BANDY (1960) met en évidence à l'échelle du globe, la symétrie de répartition par rapport à l'équateur des *Globigerina pachyderma* senestres (domaines arctique et antarctique) et dextres (domaines tempérés et tropicaux). Il rapproche cette répartition dans l'Atlantique N de celle des masses d'eaux océaniques et interprète certaines anomalies de l'abondance de *G. pachyderma* des domaines tempérés ou tropicaux par des remontées d'eaux froides (upwelling).

En 1968, KENETT étudie la répartition de *G. pachyderma* dans la partie S-Occidentale de l'Océan Pacifique. Il montre d'une manière très précise le passage des espèces à enroulement dextre à celles à enroulement senestre ; en l'espace de 2° de latitude, le pourcentage varie de 50 à 90% d'individus senestres. Il observe des modifications morphologiques du test portant notamment sur le développement fréquent (supérieur à 50%) d'une cinquième loge observée sur la face ventrale du test. Les formes ayant cette caractéristique se localisent au changement de dominance du sens d'enroulement qui se produit entre les convergences subtropicale et antarctique.

1,3, LES MICROFAUNES DE FORAMINIFERES PLANCTONIQUES ETUDIEES EN CAROTTES

Bien avant que soit connue avec précision la répartition des microfaunes planctoniques vivant à travers les océans ou celle des mêmes associations récemment fossilisées sur le fond marin, l'examen de carottes prélevées principalement dans les domaines profonds a conduit de nombreux auteurs à mettre en évidence des variations dans les associations fauniques successives. Ces variations ont été très vite imputées à des changements d'ordre climatique .

Parmi les très nombreux travaux entrepris dans cet esprit depuis plus de trente années, les recherches ont porté sur la plupart des océans du monde et nous ne citerons que certaines études parmi les principales.

1. 3.1. DOMAINE TROPICAL

Dès 1938, SCHOTT reconnait dans des sédiments carottés provenant de l'Océan Atlantique équatorial trois zones superposées définies par une alternance de Foraminifères d'eaux chaudes et d'eaux fraîches. L'auteur se base en particulier sur la présence ou l'absence de *Globorotalia menardii*. En admettant une période de 20.000 ans depuis la fin du dernier âge glaciaire, il est conduit à chiffrer le taux de sédimentation.

Puis en 1941, CUSHMAN étudiant trois carottes prélevées au S-W de Cuba y reconnaît également des variations d'associations fauniques qu'il interprète comme des variations climatiques liées à des périodes glaciaires et interglaciaires.

SCHOTT (1952) trace alors les grandes lignes de la stratigraphie du Quaternaire récent dans le domaine marin équatorial et relie les variations climatiques à celles connues sur le continent américain (Wisconsin- Sangamon- Illinoian).

PHLEGER, PARKER et PEIRSON (1953) étudient un grand nombre de carottes provenant des domaines équatoriaux à tempérés de l'Atlantique N, y repèrent un certain nombre de variations

climatiques successives (jusqu'à 10), tentent un essai de corrélation entre les différentes coupes, mais non avec les dépôts continentaux du Quaternaire.

C'est en 1964 que ERICSON, EWING et WOLLIN regroupant les résultats de recherches poursuivies au Lamont Geological Observatory au cours des années précédentes, dressent, dans les domaines atlantiques équatoriaux N et S, une échelle stratigraphique synthétique intéressant l'ensemble du Quaternaire marin profond et relient ces résultats aux échelles stratigraphiques européennes et N- américaines préalablement établies sur des dépôts du Quaternaire continental (fig. 5 ; p. 731). La durée du Quaternaire est estimée à 1 500 000 ans jusqu'à la base de la glaciation du Günz- Nebraskan.

Depuis, ERICSON et WOLLIN (1968) envisagent à nouveau ces résultats en fonction des données nouvelles du paléomagnétisme et estiment à 2 millions d'années le Pleistocène complet avec 4 glaciations.

Peu d'études de ce type ont été en revanche effectuées dans le domaine tropical Pacifique.

Après les travaux essentiellement sédimentologiques d'ARRHENIUS (1952), BLACKMAN et SOMAYAJULU (1966) étudient deux carottes l'une du domaine tropical, l'autre du domaine tempéré S sur la base des associations fauniques. L'aide de datations isotopiques leur permet de paralléliser les variations climatiques reconnues avec certains schémas donnés par ERICSON, EWING et WOLLIN (1964) pour des carottes de l'Atlantique équatorial et de considérer comme synchrones les stades glaciaires et interglaciaires dans les deux océans (en ce qui concerne la partie supérieure du Pleistocène uniquement).

1. 3.2. DOMAINE ARCTIQUE

Les études faites dans ce domaine sont rares, en raison vraisemblablement de la pauvreté spécifique des microfaunes et de l'absence de variations des associations fauniques le long des carottes. ERICSON, EWING et WOLLIN (1964) utilisent l'abondance numérique de *G. pachyderma* pour étudier le Würm de la Mer de Norvège et concluent que, depuis au moins 70 000 ans, l'isotherme 7° 2 n'est jamais remonté dans cette mer.

1. 3.3. DOMAINE ANTARCTIQUE

Les recherches sont plus nombreuses. Après BLAIR (1965), KENNETT (1970) reconnait 8 stades climatiques qui peuvent être reliés aux variations climatiques déjà connues (ERICSON et WOLLIN, 1968).

Le long de ces 8 stades climatiques, l'auteur définit trois zones d'après l'apparition successive de trois espèces : *Globorotalia puncticulata*, *G. inflata*, *G. truncatulinoïdes*. Chacune de ces zones correspond à une zone de Radiolaires (HAYS, 1965) établie dans le même secteur géographique ; la zone inférieure à *G. puncticulata* parait s'achever avec le changement du paléomagnétisme qui se produit à la limite Brunhes- Matuyama.

1. 3.4. DOMAINE TEMPERE.

En limitant cet historique aux travaux effectués dans le domaine européen, il apparait que deux secteurs sont à l'heure actuelle étudiés.

1- 3.4.1. MEDITERRANEE

Une première étude (PARKER, 1955) rend compte de la distribution des différentes espèces de Foraminifères planctoniques et des trois associations fauniques recueillies en Méditerranée occidentale et orientale et en Mer Egée.

Puis en 1958, deux études (PARKER, TODD) sont basées sur un matériel carotté. L'une (TODD, 1958) utilise l'espèce *Globorotalia inflata* comme indicateur d'eaux tempérées. L'autre (PARKER, 1958) sur la base des variations des espèces d'eaux «chaudes» et d'eaux «froides», reconnait des changements climatiques : deux longs intervalles froids qui représentent la dernière glaciation (Würm I, II, III) et un long intervalle chaud la précédant qui représente le dernier interglaciaire (Riss-Würm).

Récemment, BLANC-VERNET (1969), BLANC-VERNET, CHAMLEY et FROGET (1969), CHAMLEY (1968), PASTOURET (1970), dans un ensemble de travaux réalisés essentiellement sur du matériel carotté en Méditerranée, prennent comme base stratigraphique les recherches d'ESCALON de FONTON (1966) sur le Quaternaire continental du Midi méditerranéen pour interpréter les variations climatiques observées par l'examen synchrone des microfaunes des Foraminifères planctoniques, des Ptéropodes et de la cristallinité des argiles.

1- 3.4.2. PARTIE ORIENTALE DE L'OCEAN ATLANTIQUE N

C'est à partir de 1966 que des recherches concernant la stratigraphie du Quaternaire dans le Golfe de Gascogne ont pu être entreprises.

Depuis cette date, outre les travaux réalisés à l' Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine, il convient de citer les recherches conduites par THIEDE (1970, 1971) sur les pentes continentales du Portugal et le détroit de Gibraltar.

1.4. CONCLUSIONS

De l'ensemble des travaux cités ci-dessus et qui est loin de représenter un inventaire complet des recherches effectuées sur le sujet, les points suivants sont à retenir:

- tout d'abord, la connaissance des microfaunes vivantes et de leur répartition illustrée en particulier par les travaux de BÉ et HAMLIN est d'un intérêt fondamental. Le paléontologiste qui envisage les problèmes stratigraphiques du Quaternaire en domaine marin a la grande chance de disposer, en ce qui concerne les Foraminifères planctoniques, des données biologiques relatives à ce groupe. Il trouve ainsi parfois une sorte de confirmation directe aux hypothèses avancées, confirmation qui fait généralement défaut lorsque l'on s'adresse à des sédiments plus anciens.
- ensuite, la connaissance du Quaternaire en domaine marin profond est très inégale suivant le secteur géographique considéré, suivant aussi les moyens techniques et matériels dont disposent les chercheurs.

Ainsi, dans le secteur Atlantique tropical, une stratigraphie générale a été établie (ERICSON et WOLLIN, 1968) : elle intéresse l'ensemble du Quaternaire en domaine marin et donne les les grandes lignes des variations climatiques inscrites dans une succession idéale composée à partir d'un très grand nombre de carottes, succession qui couvre une durée estimée à 2 000 000 d'années.

Au contraire, dans le domaine tempéré et par exemple en Méditerranée, les travaux réalisés concernent une période de temps beaucoup moins longue. Ce sont essentiellement les dépôts du Pleistocène terminal qui ont pu être étudiés (100 000 à 150 000 ans maximum). Mais l'esprit des recherches effectuées est différent et l'on assiste alors à des analyses très détaillées dont l'un des objectifs est de pouvoir réaliser un lien étroit avec les résultats concernant le Quaternaire continental.

Jusqu'à 1966, rares sont les études réalisées dans le Golfe de Gascogne à partir des microfaunes planctoniques.

Les carottages ont montré que le matériel disponible n'était jamais très ancien. En conséquence les recherches ont été orientées vers une connaissance détaillée de la partie terminale du Quaternaire.

CHAPITRE 2

METHODES D'ETUDES.

« - Cette coquille, dis-je en montrant l'objet de mon triomphe.
- Mais c'est tout simplement une olive porphyre..., classe des gastéropodes.
- Oui, Conseil. Mais au lieu d'être enroulée de droite à gauche,
cette olive tourne de gauche à droite..., c'est une coquille senestre.
- Une coquille senestre? répétait Conseil, le coeur palpitant,
Ah! monsieur peut m'en croire, mais je n'ai jamais éprouvé une émotion pareille! »

Et il y avait de quoi être ému!

Jules VERNE, 20 000 lieues sous les mers.
Ch. XXII.

2. 1. ORIGINE DU MATERIEL ETUDIE , les campagnes de prélèvements en mer

Le matériel étudié provient en totalité du Golfe de Gascogne. Il est représenté principalement par des carottages et également par quelques dragages réalisés à bord de deux unités océanographiques : les navires océanographiques Jean Charcot, basé à Brest, et Job-Ha-Zelian, basé à la Rochelle.

Les premiers prélèvements utilisés dans le cadre de cette étude ont été fait en 1964 et 1965 lors des campagnes du C.R.E.O. à bord du Job-Ha-Zelian.

Les prélèvements ultérieurs font partie des campagnes suivantes :

- Gestlante I, II et III, missions C.N.E.X.O. 1966- 1967 et 1969 à bord du Jean Charcot,
- Inatlante I et II, missions I.G.B.A. 1967 et 1968 à bord du Jean Charcot.
- des missions I.G.B.A. 1967, 1968 et 1969 à bord du Job-Ha-Zelian.

La liste du matériel étudié, carottages et dragages, est donnée en annexe.

2. 2. TECHNIQUES DE LABORATOIRE

Les carottes prélevées ont en moyenne un diamètre intérieur de 55 cm. L'échantillonnage est effectué de telle manière que les différents secteurs de recherches du laboratoire puissent

bénéficier d'une quantité suffisante de matériel.

Avant le sectionnement, toutes les carottes sont radiographiées, ce qui conduit déjà à une reconnaissance des principaux types de faciès susceptibles d'être rencontrés ultérieurement (exemple : VIGNEAUX et al., 1970; p.63-70).

2. 2.1. ECHANTILLONNAGE

La carotte est ensuite sectionnée longitudinalement. L'une des moitiés est entièrement consacrée aux études géochimiques. Sur la section fraîche de l'autre moitié est réalisé, dès l'ouverture, un lack-film ; cette technique permet de garder une image réelle des structures sédimentaires et de l'aspect du sédiment. C'est sur cette deuxième moitié de carottes que sont prélevés successivement, les matériaux destinés aux études micropaléontologiques et sédimentologiques.

En ce qui concerne la micropaléontologie, l'échantillonnage est effectué tous les 2,5 cm en faciès homogène, ce qui est le cas le plus fréquent dans les matériaux recueillis au delà du plateau continental. Les premières carottes étudiées ont fait l'objet d'un échantillonnage tous les 5 cm, mais l'expérience ayant parfois montré des variations très rapides de l'assemblage faunique, il parait préférable de réaliser un échantillonnage plus serré (2,5 cm) pouvant, si nécessaire, servir à préciser une limite.

Des prélèvements spéciaux sont faits chaque fois que des changements brusques et localisés de faciès sont observés. De même, dans certains niveaux bréchiques, chaque élément de la brèche et le sédiment englobant l'ensemble, sont prélevés séparément (exemple : CARALP, DUMON et al. 1969, p.206).

Les prises de sédiments sont toujours effectuées au coeur de la carotte afin de limiter au maximum les risques de pollution ou de mélanges artificiels ; elles sont de 10 g de sédiment brut. Généralement la richesse en Foraminifères planctoniques ou benthiques est suffisante dans un tel poids. Toutefois, dans le cas contraire, il est toujours possible de compléter l'étude en utilisant le résidu de lavage traité en sédimentologie.

2. 2.2. LAVAGE ET TAMISAGE

L'échantillon prélevé est très facilement dissocié sous l'eau tiède. Le résidu est recueilli sur un seul tamis (n° 21, maille de 100µ, série Afnor). Ce procédé très simple de lavage, a pu être employé pour tout le matériel quaternaire étudié. Il présente l'avantage de libérer en douceur les microfaunes planctoniques et benthiques de leur gangue argileuse. Ceci est fondamental pour toutes les espèces fragiles en particulier les Foraminifères arénacés, momentanément préservés dans des terrains non encore consolidés, qui sont radicalement dissociés par une méthode chimique (BRODNIEWICZ, 1965, p. 139-143, fig. 6).

Pour les quelques horizons fossiles rencontrés (affleurements sous-marins ou brèches) d'âge plus ancien que le Pliocène, il a été nécessaire de reprendre le lavage selon la méthode classique utilisée pour tout sédiment fossile.

Le choix de la maille du tamis répond à un certain nombre d'impératifs. Il est connu que les Foraminifères planctoniques d'une taille inférieure à 50µ sont des formes juvéniles indéterminables (BE, 1959, text-fig. 1, p. 79). Entre 50 et 150µ, les jeunes de certaines espèces sont encore difficiles à séparer. Mais certaines espèces et notamment *Globigerina quinqueloba*, *Globigerinita humilis*, sont des

petites formes parfois d'une taille inférieure à 150µ. De plus, l'étude des Foraminifères benthiques étant réalisée parallélement sur le même matériel, le choix d'une maille de tamis de 150µ provoquerait l'élimination d'un certain nombre d'espèces de petite taille présentes en milieu abyssal notamment.

Pour satisfaire au mieux ces exigences, nous avons choisi un tamis à maille de 100µ sachant bien que certaines petites formes planctoniques conduisant à une attribution spécifique douteuse devraient être éliminées.

2.2.3. TRI ET COMPTAGE

Le résidu de lavage est pesé avant toute autre opération.

Puis, en fonction de la richesse faunique, il est ou non fractionné au moyen d'un séparateur de type GRIMSDALE et VAN MORKHOVEN (1955). Par ce moyen, la fraction étudiée est vraiment représentative de l'ensemble du résidu. Un simple calcul permet, compte-tenu de la fraction triée, d'obtenir le nombre d'individus total et le nombre d'individus par espèces figurant dans le résidu de 10 g de sédiment brut. Chaque fois qu'il est fait mention de la richesse faunique d'un niveau donné, le résultat est rapporté à 10 g de sédiment brut.

Le nombre d'individus triés, déterminés et comptés à chaque niveau est de l'ordre de 500, afin que les pourcentages établis soient représentatifs. Certains niveaux dont le résidu de 10 g de sédiment brut a été trié en totalité, ont livré un nombre d'individus trés inférieur à 500 : il s'agit généralement de niveaux faisant partie d'une période froide dans lequel l'association faunique est pratiquement réduite à une seule espèce. Dans les autres cas, un essai d'explication de cette pauvreté sera tenté.

2. 2.4. CAS DES DRAGAGES

En ce qui concerne les dragages, les méthodes de préparation de l'échantillon sont les mêmes mais le poids de sédiment brut prélevé est de 50 g en raison des études plus variées qui sont faites sur le résidu (faunes benthiques : Foraminifères, Ostracodes, Bryozoaires, etc...) et de la quantité plus importante dont dispose l'ensemble des disciplines de recherches.

2.3. METHODES MICROPALEONTOLOGIQUES

2. 3.1. LE SENS D'ENROULEMENT DE CERTAINES ESPECES

Depuis les travaux de BOLLI (1951) et d'ERICSON (1959), on sait que le sens d'enroulement de certaines espèces planctoniques est directement influencé par les conditions climatiques sous lesquelles les formes en question ont vécu.

De plus, divers travaux ont donné une image satisfaisante de la répartition géographique des individus dextres et senestres de certaines espèces. Les deux espèces généralement étudiées de cette manière sont *Globigerina pachyderma* dans les domaines subarctiques et tempérés (ERICSON, 1959 et BANDY, 1960), *Globorotalia truncatulinoides* dans les zones tropicales et subtropicales (ERICSON, WOLLIN et

WOLLIN, 1954).

Dans le Golfe de Gascogne, la détermination du pourcentage d'individus dextres et senestres a pu être faite sur les populations de *Globigerina pachyderma*. Dans la grande majorité des cas cette espèce étant toujours bien représentée dans le Golfe de Gascogne, le nombre d'individus observés est égal ou supérieur à 100. Dans les rares cas, où le nombre d'individus de *G. pachyderma* est très inférieur à 100, une restriction est émise quant à la valeur représentative du pourcentage obtenu.

En revanche, le petit nombre d'individus appartenant à l'espèce *Globorotalia truncatulinoïdes* ne permet pas de se faire une idée valable de son sens d'enroulement préférentiel.

2.3.2. LE POURCENTAGE DES DIFFERENTS COMPOSANTS DE L'ASSOCIATION FAUNIQUE

Un schéma simple basé sur la connaissance de la répartition géographique des espèces de Foraminifères planctoniques (BÉ, 1967), permet de saisir directement les variations climatiques.

Après comptage des individus de chaque espèce présents dans un niveau, le pourcentage de chaque espèce est calculé. Le schéma est alors construit (AOKI, 1963, p. 224) de telle manière que se succèdent de gauche à droite, les espèces subarctiques, transitionnelles, subtropicales et tropicales. Les variations de l'association faunique s'inscrivent directement sur ce schéma et permettent de reconnaître en liaison avec les autres méthodes, les variations climatiques correspondantes.

2.3.3. ABONDANCE REELLE DE CHAQUE ESPECE ET DE L'ENSEMBLE DE LA MICROFAUNE PLANCTONIQUE

Ces données chiffrées sont, à chaque niveau, obtenues directement à partir de la fraction étudiée. Leur examen peut faire apparaitre des représentations parallèles et comparables de certaines espèces, ou bien la représentation particulière et indépendante d'une certaine forme par rapport aux autres.

Il s'est avéré intéressant également de tenir compte de ces données dans le cas d'espèces illustrées par un petit nombre d'individus et ne représentant qu'un faible pourcentage.

2.3.4. RESULTATS SOMMAIRES CONCERNANT LES MICROFAUNES BENTHIQUES

Les microfaunes benthiques sont très étroitement liées aux conditions bathymétriques et une succession d'associations fauniques peut être reconnue depuis la côte jusqu'au milieu abyssal (VIGNEAUX, 1971). Un mélange d'associations fauniques indique généralement un déplacement d'une partie de la microfaune.

La recherche des mélanges de faune benthique (Foraminifères et Ostracodes) est un moyen permettant de reconnaitre la présence de dépôts non en place issus d'horizons situés plus haut bathymétriquement et l'amplitude de leurs déplacements.

Il a été tenu compte dans l'étude de certaines carottes des précisions apportées par les microfaunes benthiques, car le seul examen des microfaunes planctoniques ne peut rendre compte des formes non en place.

2.4. AUTRES METHODES

2.4.1. POIDS DU RESIDU

L'établissement d'une courbe du poids du résidu de lavage obtenu à partir de 10 g de sédiment brut s'est avéré fort utile dans de nombreux cas.

Dans un secteur géographique donné, la simple comparaison des courbes du poids du résidu établies pour plusieurs carottes, permet de reconnaitre des horizons corrélatifs. Par ailleurs, la perturbation provoquée dans une carotte par une passée sableuse influence directement la courbe en question. L'échantillonnage très serré, effectué, permet de cerner avec une bonne précision les horizons sableux susceptibles de contenir des microfaunes apportées.

L'examen direct sous la loupe binoculaire permet également de séparer les sables quartzeux mal classés qui caractérisent les phases climatiques glaciaires et qui ont une signification trés différente.

2.4.2. METHODE DE DATATION PAR LE RADIOCARBONE

Avant ouverture des carottes et suivant l'intérêt que laisse supposer l'examen des radiographies ou la position géographique particulière, une portion de la carotte de 20 cm est prélevée en vue d'une datation par le radiocarbone. Les extrémités du tubage de l'échantillon sont immédiatement paraffinées afin d'éviter les pollutions de radiocarbone atmosphérique récent.

Etant donné la nature argileuse dominante des sédiments marins étudiés, il s'est avéré nécessaire d'effectuer la datation sur la totalité du carbonate contenu dans les sédiments bruts d'une section de tubage de 20 cm, soit un volume de sédiment de 2 dm^3 environ. Dans certains cas (coupe type CH. C. 6928 notamment), il a été nécessaire de prélever une portion de 30 cm.

2.4.2.1. TRAITEMENT CHIMIQUE

La méthode utilisée est celle de TAMERS (1965) à la suite des travaux de LIBBY (1955). L'échantillon est en premier lieu attaqué par l'acide chlorhydrique :

$$CO_3Ca + 2H.Cl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

Le gaz carbonique libéré est alors stocké dans des pièges à azote liquide. Puis passant sur du lithium à 650° C, on a :

$$2\,CO_2 + 10\,Li \rightarrow Li_2C_2 + 4\,Li_2O$$

L'hydrolyse du carbure de lithium conduit à la formation d'acétylène :

$$Li_2C_2 + 2\,H_2O \rightarrow C_2H_2 + 2\,Li\,OH$$

qui est piégé par refroidissement avec de l'azote liquide.

Par polymérisation de l'acétylène, on obtient :

$$3\,C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$$

Ce benzène, synthétisé à partir des carbonates issus du sédiment marin initial,

contient donc une certaine quantité de radiocarbone dont il convient de mesurer l'activité.

Cette mesure est réalisée par comptage en scintillation liquide. Ce comptage est effectué à partir de 5 à 8 ml de benzène précédemment synthétisé, dilué dans du toluène auquel sont ajoutés les scintillateurs primaires et secondaires : PPO et POPOP.

Toutes les activités se réfèrent à 95%de celle de l'acide oxalique du Standard Américain NBS. Le calcul de l'âge se fait en tenant compte du rapport de l'activité de l'échantillon à celle de l'activité de l'étalon obtenu avec l'acide oxalique NBS.

2.4 2.2. APPAREILLAGE

La première partie de l'expérience, depuis l'attaque de l'échantillon par HCl jusqu'à la synthèse du benzène est effectuée à l'aide du synthétiseur de benzène construit par la Compagnie Packard.

Le comptage est réalisé par un spectromètre à scintillation liquide (Tri-Carb) de même marque.

2.4.2.3. LES LIMITES DE LA METHODE

Les carbonates contenus dans l'échantillon de sédiment marin ont des origines multiples. Ils comprennent en effet :

- le CO_3Ca contenu dans l'ensemble des tests d'organismes fossilisés et ayant réellement vécus dans les niveaux considérés; ce sont des Foraminifères planctoniques et benthiques, des Ostracodes, des Ptèropodes (plus rares), etc...
- le CO_3Ca contenu dans des tests ou fragments de test d'organismes n'ayant pas vécu au moment de la formation du sédiment et généralement plus vieux.
- tous les éléments carbonatés d'origine détritique pouvant avoir une taille relativement faible.

D'après ERIKSSON et OLSSON (1965) la fraction détritique comprise entre 4 et 44μ contient environ 75% de matériaux étrangers, plus anciens ; l'âge obtenu pour cette fraction est presque deux demi-vies plus grandes, (c'est-à-dire plus de dix mille ans) que celui donné par la fraction grossière. Le matériel inférieur à 4μa, lui aussi, indiqué un âge trop élevé.

En raison de la faible quantité de carbonates présents dans les sédiments marins profonds, il n'a pas été possible de réaliser les datations sur les seuls tests des organismes. De ce fait, les âges obtenus constituent des indications relatives. Ils sont d'autant plus artificiellement vieillis que l'apport détritique est plus important. Ceci est surtout à prendre en considération dans les domaines des canyons et constitue parfois une explication au désaccord apparent auquel conduisent l'examen microfaunique et la datation par le radiocarbone.

CHAPITRE 3

Les FORAMINIFERES dans le Ggolfe DE GASCOGNE

3.1. GENERALITES

La présente étude a pour principe :

1- la comparaison de l'assemblage faunique trouvé dans un niveau donné, avec l'association faunique subactuelle recueillie si possible au même point à la surface du fond,

2- la recherche du domaine climatique où vit à l'heure actuelle une association faunique de même type que celle du niveau en question.

Dans cette optique, il convient de définir préalablement :

- quelles sont les différentes espèces récoltées dans l'ensemble du matériel étudié,
- quelle est la position occupée par chacune de ces espèces vis à vis du facteur température et par suite, quel est le domaine climatique préférentiel de chacune d'elle,
- quelle est la microfaune déposée à la surface du fond dans le Golfe de Gascogne, image plus ou moins fidèle de la microfaune vivante, qui servira de base de comparaison pour la suite de l'étude.

Ces divers éléments répondent au premier principe mentionné ci-dessus. Ceux concernant le deuxième principe sont abondamment fournis par la littérature géologique et notamment les travaux cités précédemment (chapitre 1).

3.2. REMARQUES D'ORDRE SYSTEMATIQUE

Les différentes espèces de Foraminifères planctoniques rencontrées dans les dragages et carottages du Golfe de Gascogne sont des formes classiques et bien connues à travers les divers océans.

Leur étude systématique détaillée n'a pas paru nécessaire, d'autant plus que l'on dispose d'excellents travaux très bien illustrés et que la plupart des espèces rencontrées ne font pas actuellement l'objet de controverses taxinomiques. Les remarques que nous avons émises ont trait à certaines particularités des espèces dans le Golfe de Gascogne et à leur plus ou moins grande abondance. Les groupements de formes utilisés ultérieurement dans l'étude stratigraphique sont indiqués.

Dans l'ensemble, les résultats des études de PARKER (1962) concernant les microfaunes de l'Océan Pacifique ont été suivis et complétés par les travaux plus récents de CIFELLI (1965), BÉ (1967), UJIE (1968), HERB (1968), BOLTOVSKOY (1969 a et b) notamment.

En ce qui concerne la synonymie des espèces, la citation originelle de l'auteur qui créa l'espèce est donnée, ainsi qu'éventuellement une référence à une illustration particulièrement voisine des espèces du Golfe de Gascogne. Cette citation originelle est le plus souvent issue des diagnoses publiées dans le fichier des Foraminifères par ELLIS et MESSINA.

ORDRE : *FORAMINIFERIDA*

FAMILLE : *GLOBIGERINIDAE* CARPENTER, PARKER et JONES, 1862

Genre : *GLOBIGERINA* d'ORBIGNY, 1826

Globigerina bulloïdes d'ORBIGNY
pl. VI, fig. 1et 2 ; pl. VIII, fig. 1

1826, *Globigerina bulloïdes* d'ORBIGNY, *Ann. Sc. Nat.*, ser. I, vol.7, p.277

Dans cette espèce ont été groupées, à côté des formes à grande ouverture typique de l'espèce, des formes de taille plus réduite à ouverture plus petite ainsi que tous les termes de passage d'un type à l'autre. Le groupement ainsi effectué est en accord avec les illustrations variées que PARKER (1962, pl. 1, fig. 1-8) donne de l'espèce et les observations de CIFELLI (1965, p.11). Il convient de signaler que les formes jeunes de plusieurs espèces planctoniques ressemblent beaucoup aux individus de petite taille de *G. bulloïdes*, et que malgré les précautions prises, un risque persiste d'attribuer à cette espèce quelques individus jeunes appartenant à un autre groupe.

Dans le Golfe de Gascogne, cette espèce est presque partout représentée ; elle est généralement assez abondante, de l'ordre de 15 à 20% en surface dans les sédiments profonds. Sur le plateau continental, elle existe jusqu'à l'isobathe - 100 m environ ; et pratiquement à ces profondeurs, elle est seule présente.

Dans les dépôts du Würm ou de l'Holocène, elle est très fréquente, mais disparait totalement dans les horizons les plus froids des stades glaciaires.

Globigerina digitata BRADY

1879, *Globigerina digitata* BRADY *Quart. Journ. Micr. Sci.*, new. ser., vol. 19, p. 286.
1844, *Globigerina digitata* BRADY (part.), *Rept. Voy. Challenger, Zool.*, vol. 9, p. 599, pl. 80, fig.6-10.

Cette espèce existe dans le Golfe de Gascogne, mais est toujours rare. Parmi les individus recueillis, les plus fréquents s'ornent d'une dernière loge moyennement allongée et d'aspect

général proche des illustrations données par BRADY (1884, pl. LXXX, fig. 7), PARKER (1962, pl. 1 fig. 23). Les formes longuement digitées sont très rares. Cette espèce est représentée par quelques spécimens dans certains échantillons d'âge holocène.

Globigerina dutertrei d'ORBIGNY

1839, *Globigerina dutertrei* d'ORBIGNY, *in de la Sagra. Hist. Phys. Pol. Nat.* Cuba «Foraminifères», p. 84, pl. 4, fig . 19-21.

Les individus rencontés dans le Golfe de Gascogne sont très comparables aux figurations données par BANNER et BLOW (1960, pl. 2 fig. 1), CIFELLI (1965, pl. 2, fig. 2), et UJIE (1968, pl. 10, fig. 1).

Cette espèce constitue toujours un faible pourcentage des associations fauniques actuelles et subrécentes du Golfe de Gascogne. Elle existe dans les dépôts holocènes et les interstades du Würm mais en petit nombre.

Globigerina pachyderma (EHRENBERG)

pl.1, fig. 1 ; pl. V, fig. 2 ; pl. VII, fig. 1 et 2 ; pl. VIII, fig. 2.

1861, *Aristerospira pachyderma* EHRENBERG, *K. Akad. Wiss.* Berlin, *Monatsber.* p. 276, 277, 303.
1872, *Aristerospira pachyderma* EHRENBERG, *K. Akad. Wiss.* Berlin, Abh., Jahrg. 1873, pl. 1, fig. 4.

L'espèce telle que nous l'avons envisagée, représente un groupe de formes parfois différenciées par certains auteurs (BOLTOVSKOY, 1966). Les diverses variations morphologiques figurées par KENNETT (1968) sont une bonne illustration des différentes formes rencontrées dans le Golfe de Gascogne.

L'espèce, dextre dans les sédiments récents holocènes recueillis en dragages ou constituant la partie supérieure des carottes, est abondante dans les associations fauniques puisque son pourcentage atteint fréquemment 50 %. Elle est senestre au cours des stades glaciaires du Würm et peut constituer alors jusqu'à 100 % de la microfaune. Au cours des interstades, les deux formes dextre et senestre coexistent en pourcentages variables.

Certaines observations concernant le nombre de loges et la taille du test ont été faites en reprenant les méthodes utilisées par KENNETT (1968) au niveau des convergences subtropicales et antarctiques au S W de l'Océan Pacifique et en les appliquant aux *G. pachyderma* recueillies aux changements climatiques nets allant du Würm III à l'Holocène dans une carotte de la plaine abyssale (CH. C. 6707). Le pourcentage des individus possédant 4,5 ou 5 loges est toujours resté faible (environ 10 %) et très inférieur aux pourcentages notés par KENNETT.

Géographiquement cette espèce est largement représentée dans le Golfe de Gascogne dans le domaine bathyal et sur la pente continentale ; elle peuple même la partie externe du plateau continental et, dans ce cas, son extension vers l'E est à peu près du même ordre que celle de *Globigerina bulloïdes*.

Globigerina quinqueloba NATLAND
pl.I, fig. 2; pl.V, fig. 2; pl.VIII, fig. 1 et 2.

1938, *Globigerina quinqueloba* NATLAND, *California, Univ., Scripps. Inst. Oceanogr. Bull.*. Berkeley, Calif. U.S.A., Tech.ser., vol. 4, n° 5, p. 149, pl. 6, fig. 7.

Cette petite espèce constitue, dans le Golfe de Gascogne, un ensemble très homogène. Les seules variations morphologiques notables portent essentiellement sur la plus ou moins grande extension de la lèvre aperturale. Il ne semble pas que des individus jeunes appartenant à d'autres espèces puissent être confondus avec cette petite forme en raison des caractéristiques particulières de l'ouverture.

Dans les sédiments prélevés par dragages ou constituant le toit de carottes, *Globigerina quinqueloba* est toujours présente ; son pourcentage par rapport à l'association faunique planctonique est de l'ordre de 5 à 10%.

Dans certains interstades du Würm, elle est proportionnellement plus abondante et peut atteindre 25% dans certains horizons de l'interstade Würm II- Würm III. Elle disparait totalement dans quelques rares niveaux des stades glaciaires les plus marqués.

Sur le plateau continental, cette espèce n'est pas très abondante en comparaison de *G. bulloïdes* ou de *G. pachyderma* ; elle n'est pratiquement plus représentée au-dessus de l'isobathe - 150 m.

Genre : *GLOBIGERINELLA* CUSHMAN, 1927

Globigerinella aequilateralis, BRADY
pl.VI, fig. 1 ; pl. X, fig. 2.

1879, *Globigerina aequilateralis* BRADY, *Quart. Jour. Micr. Sci.*, new. ser., vol. 19, p. 285.
1884, *Globigerina aequilateralis*, BRADY, *Rept. Voy. Challenger, Zool.*, vol. 9, p. 605, pl. 80, fig. 18-21.

En accord avec les observations de UJIE (1968, *Globigerinella siphonifera*, p. 117) puis de BOLTOVSKOY (1969 b), il existe dans le Golfe de Gascogne les deux formes appelées *forma typica* et *forma involuta* par BOLTOVSKOY. La *forma involuta* est la plus fréquente ; seuls quelques rares spécimens de la *forma typica* ont été trouvés correspondant bien aux dessins de BRADY (1884, fig. 19). Dans les pourcentages établis, l'espèce a été considérée dans son ensemble.

Assez rare dans le Golfe de Gascogne, elle est représentée par quelques individus dans les niveaux de surface des domaines bathyal et abyssal ainsi que dans les dépôts holocènes de ces mêmes domaines. Elle disparait totalement lors des stades glaciaires et est très rare dans les interstades.

Sur le plateau continental, elle est représentée par quelques individus seulement dans la zone circalittorale.

Genre : *GLOBIGERINITA* BRÖNNIMANN, 1951

Globigerinita glutinata (EGGER)

pl.II, fig. 1 , pl. VIII, fig. 1 ; pl. IX, fig. 1.

1893, *Globigerina glutinata* EGGER, *Abhandl. K. Bayer. Akad. Wiss.*, München, vol. 18, p. 371, fig. 19-21.

Cette petite espèce présente un test aux parois généralement assez fines,presque transparentes,au moins au niveau des dernières loges et de la bulla. Les variations morphologiques observées concernent essentiellement le développement plus ou moins marqué de la bulla. Tous les stades peuvent être rencontrés depuis la forme sans bulla comparable aux figures 1- 3- 10, pl. 9 de PARKER (1962) jusqu'à celles à bulla très développée (fig. 2- 11- 12- 16 de la même planche). Les individus sans bulla ne peuvent être confondus avec *Globigerina bulloïdes* en raison de l'aspect différent et de la transparence du test.

Dans les sédiments du Golfe de Gascogne, cette espèce représente de 5 à 10% des associations fauniques actuelles. Ce pourcentage noté dans les domaines profonds diminue très rapidement à partie du bord du talus vers la plateforme continentale.

Dans les sédiments carottés, l'espèce est bien représentée dans l'Holocène et tous les interstades du Würm ; elle disparait lors des stades glaciaires les plus nets.

Globigerinita humilis (BRADY)

pl. II, fig.2.

1884, *Truncatulina humilis* BRADY, *Rept. Voy. Challenger. Zool.*, vol. 9, p. 665, pl. 94, fig. 7.

Très différente de l'espèce précédente, cette petite forme ressemble un peu à *Globigerina quinqueloba*. Toutefois, elle s'en différencie aisément par le nombre de loges, l'aspect plus mat du test, et surtout le développement très particulier de la dernière loge qui constitue un prolongement en forme de bulla (BANNER et BLOW, 1960, pl. 8, fig. 1). Les individus rencontrés dans le Golfe de Gascogne montrent en général une périphérie lobée comparable aux illustrations de PARKER (1962, pl. 10, fig. 6 à 18) et un profil assez plat (même réf. pl. 10, fig. 11c-17c).

Cette espèce existe dans les sédiments récents du domaine abyssal mais sous un faible pourcentage (1 à 2%). Rare dans le secteur de la pente continentale, elle est totalement absente sur le plateau continental.

En sections verticales, elle est présente dans les dépôts holocènes et pratiquement inéxistante au-dessous.

Genre : *GLOBIGERINOIDES* CUSHMAN, 1927

Globigerinoïdes conglobatus (BRADY)

pl.III, fig. 1 ; pl. IX, fig. 1.

1879, *Globigerina conglobata* BRADY, *Quart. Journ. Micr. Sci.*, nlle. ser., vol.19, p. 286.
1884, *Globigerina conglobata* BRADY, *Rept. Voy. Challenger. Zool.*, vol. 9. pl 80, fig. 1-5

Cette espèce ne parait pas vivre actuellement dans les eaux du Golfe de Gascogne ; elle existe par contre à des latitudes plus basses. De rares individus généralement isolés sont recueillis dans certains niveaux tempérés chauds des carottes situées le plus à l'W du Golfe.

Elle constitue un pourcentage appréciable au niveau de l'interglaciaire Riss-Würm.

Globigerinoïdes ruber (d'ORBIGNY)

pl.III, fig. 2 ; pl. V, fig. 2 ; pl. IX, fig. 1.

1839, *Globigerina rubra* d'ORBIGNY, *in de la sagra. Hist., Phys. Pol. Nat.* Cuba, «Foraminifères», p.82; vol. 8, pl. 4, fig. 12-14.

Les individus recueillis dans le Golfe de Gascogne (dragage et toit de carottes) correspondent aux illustrations de PARKER(1962; pl. 3, fig. 11-13), UJIE (1968; pl.5),c'est à dire aux formes les plus globuleuses que BOLTOVSKOY (1969 a) nomme *forma typica*. Les individus de forme générale allongée ou pyramidale sont très rares.

La majorité des individus recensés présente un test de couleur blanche correspondant à la *forma alba* de BOLTOVSKOY. Toutefois, des individus de couleur rose (*forma rosea* de BOLTOVSKOY) ont été sporadiquement rencontrés ; dans certains horizons holocènes de la coupe CH.C. 6714, ils sont relativement fréquents.

Cette espèce est présente dans tous les échantillons récents du Golfe de Gascogne depuis la partie externe du plateau continental jusqu'à la zone abyssale (5 à 10% de l'association faunique).

Dans les sections verticales, elle existe dans les dépôts tempérés (Holocène, certains interstades) et disparait complétement au cours des stades glaciaires.

Genre : *ORBULINA* d'ORBIGNY, 1839

Orbulina universa d'ORBIGNY

pl.VI, fig. 1 et 2 ; pl. IX, fig. 1 ; pl. X, fig. 2.

1839, *Orbulina universa* d'ORBIGNY, *in de la sagra, Hist. Phys. Pol. Nat.* Cuba «Foraminifères» p.3, vol,8, pl. 1, fig. 1.

Cette espèce constitue dans les dépôts récents du Golfe de Gascogne environ 5% de la microfaune planctonique. Présente dans la plaine abyssale et le long de la pente continentale, son extension est limitée sur la plateforme où elle ne dépasse guère l'isobathe - 150 m.

Elle a généralement une répartition verticale comparable à celle de *Globigerinoïdes ruber*.

Genre : *SPHAEROIDINELLA* CUSHMAN, 1927

Sphaeroïdinella dehiscens (PARKER et JONES)

1865, *Sphaeroïdina bulloïdes* d'ORBIGNY var. *dehiscens* PARKER et JONES, *Roy.Soc. Joc. London Philos. Trans.*, vol 155, p. 369, pl. 19, fig. 5.

Extrêmement rare dans le Golfe de Gascogne, cette espèce très caractéristique n'a été rencontrée que dans la portion occidentale du Golfe de Gascogne, dans certains horizons quaternaires mais non récents de la carotte CH.C. 6976 (Dôme Cantabria).

FAMILLE : *GLOBOROTALIIDAE* CUSHMAN, 1927

Genre : *GLOBOROTALIA* CUSHMAN, 1927

Globorotalia crassaformis (GALLOWAY et WISSLER)

1927, *Globigerina crassaformis* GALLOWAY et WISSLER, *Journ. Pal.*, vol. 1 ; p. 41, pl. 7, fig. 12.

Les individus rencontrés dans le Golfe de Gascogne sont proches des illustrations données par PARKER (1962, pl. 4, fig. 18) et par THIEDE (1971, pl. 7, fig. 8-10).

Cette espèce est très rare. Absente dans les sédiments de surface (dragages et toit de carottes), elle n'a été rencontrée qu'à partir des interstades inférieurs du Würm dans les carottes les plus longues. Dans les représentations graphiques, les deux espèces *Globorotalia crassaformis* et *G. hirsuta*, ont été figurées ensemble.

Globorotalia inflata (d'ORBIGNY)
pl. IV, fig. 1 , pl. V, fig. 1 ; pl. VI, fig. 1 et 2 ; pl. IX, fig. 1.

1839, *Globigerina inflata* d'ORBIGNY, *in Barker-Webb P. et Berthelot S. Hist. nat. Iles Canaries.* «Foraminifères», vol. 2, pl.2, Zool., p. 134, pl. 2, fig. 7-9.

L'espèce, telle qu'elle est envisagée ici, groupe un certain nombre de formes très voisines pouvant constituer des variations morphologiques mineures. La majorité des individus est caractérisée par une très grande ouverture comparable à celle des formes figurées par PARKER (1962, pl. 5 fig. 6), BÉ (1967, fig. 24), BOLTOVSKOY (1969 a, pl. 3, fig. 4). D'autres individus à ouverture plus réduite sont également groupés dans cette même espèce et correspondent alors aux illustrations données par PARKER (1962, pl. 5, fig. 9) et CIFELLI (1965, pl. 4, fig. 1-2).

Certains spécimens présentent un épaississement de la paroi du test notamment au niveau de la dernière loge ; l'aspect du test devient alors plus massif et plus globuleux. Ces caractères ont été notés sur quelques individus recueillis dans les interstades du Würm, mais sont absents dans les horizons holocènes.

G. inflata représente environ 5 à 10% de l'association faunique recueillie dans les sédiments profonds du Golfe de Gascogne. Sur la plateforme continentale, elle est relativement abondante jusqu'à l'isobathe - 150 m, décroit très rapidement vers l'E et disparait avant l'isobathe - 100 m. Une certaine accumulation de cette espèce parait se situer en bordure du plateau continental.

En sections verticales, elle existe essentiellement dans les horizons holocènes et les interstades du Würm en proportion variable. Elle est absente dans les dépôts correspondants aux stades glaciaires.

Globorotalia hirsuta (d'ORBIGNY)

L'espèce appelée *Globorotalia hirsuta* dans la plupart des travaux relatifs aux sédiments quaternaires récents ne parait pas correspondre à l'holotype de d'ORBIGNY déposé au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Toutefois il semble préférable pour ne pas créer de confusion dans l'immédiat, de conserver l'appellation de *Globorotalia hirsuta* pour l'espèce qui est largement décrite et figurée dans la littérature géologique sous ce nom. Par conséquent, la référence à la description originelle de l'espèce ne sera pas donnée ici puisqu'elle ne correspond pas aux formes appelées *Globorotalia hirsuta* dans le présent travail. Les individus recueillis dans les sédiments du Golfe de Gascogne sont très proches des illustrations données par PARKER (1962, pl. 6, fig. 1), BÉ (1967, fig. 27).

Cette espèce assez massive et bien reconnaissable par sa carène constitue un faible pourcentage de l'association faunique planctonique des sédiments récents. Elle est présente essentiellement dans le domaine abyssal et sur la pente continentale.

Dans les sections verticales, elle marque l'Holocène et le premier interstade du Würm. Elle est totalement absente dans les dépôts des stades glaciaires.

Globorotalia scitula (BRADY)

pl. IV, fig. 2 ; pl. VIII, fig. 1 ; pl. X, fig. 2 ;

1882, *Pulvinulina scitula* BRADY, *Roy. Soc. Edinburgh, Proced. Edinburgh*, vol. II, n° 111, pp. 716-717.
1960, *Globorotalia scitula*, BANNER et BLOW, p. 27, pl. 5, fig. 5 (lectotype).

Les spécimens rencontrés dans les sédiments du Golfe de Gascogne sont tout à fait comparables au lectotype de BLOW et BANNER.

L'espèce est faiblement représentée (1 à 2% de l'association faunique) dans les dépôts actuels abyssaux et pratiquement absente sur la plateforme continentale.

En revanche, elle est très développée au cours de certains interstades du Würm (30 à 40% de l'association) et peut, de ce fait, être utilisée dans le Golfe de Gascogne comme marqueur stratigraphique. Elle possède alors un test d'une transparence assez remarquable.

Globorotalia truncatulinoïdes (d'ORBIGNY)
pl. V, fig. 2 ; pl. VI, fig. 1 ; pl. IX, fig. 1.

1839, *Rotalina truncatulinoïdes* d'ORBIGNY, *in Barker-Webb P. and Berthelot, S., Hist. nat. Iles Canaries*, «Foraminifères», vol. 2, pl. 2, Zool., p. 132, pl. 2, fig. 25-27.

Cette espèce très facilement reconnaissable par la dernière loge très haute, n'est pas très abondante dans les sédiments du Golfe de Gascogne. Elle constitue 1 à 2% de l'association faunique. A côté des individus adultes correspondant aux illustrations de d'ORBIGNY, il a été observé parfois des individus de taille réduite, sans doute jeunes, correspondant aux fig. 3, p. 21 et fig. 2,pl. 6 données par CIFELLI (1965).

Présente dans les sédiments récents du domaine abyssal et de la pente continentale, cette espèce est pratiquement absente à l'état adulte sur le plateau continental.

En sections verticales, elle est limitée à l'Holocène ou aux interstades du Würm ; dans ces derniers, le pourcentage reste extrêmement faible.

3.3. AFFINITES DES ESPECES PLANCTONIQUES DU GOLFE DE GASCOGNE VIS A VIS DE LA TEMPERATURE

D'après les limites de répartition de chaque espèce actuelle de Foraminifères planctoniques, il a été possible de reconnaitre pour chaque forme un domaine géographique essentiellement régi par le climat.

Une des premières tentatives dans ce sens est celle de BÉ (1959) qui, dans l'Atlantique N, groupe les espèces planctoniques suivant qu'elles sont : tolérantes au froid ou tolérantes au chaud. Ce type de groupement est suivi par BLANC-VERNET (1969) pour les dépôts récents méditerranéens.

Puis, BÉ et HAMLIN (1967), considérant les associations fauniques en fonction de la température créent quatre catégories écologiques : les espèces subarctiques, transitionnelles, subtropicales et tropicales. En 1969, BOLTOVSKOY et à nouveau BÉ précisent ces associations et l'on a :

- pour BOLTOVSKOY (1969 a, text. fig. 2) : des espèces d'eau froide, d'eau tempérée-froide, cosmopolite, d'eau tempéré chaude et d'eau chaude.
- pour BÉ : des espèces de la zone arctique, de la zone subarctique, des zones de transition entre régions d'eau froide et d'eau chaude, de la zone subtropicale et de la zone tropicale.

Ces deux classifications, l'une sur une base hydrologique, l'autre sur une base géographique sont sensiblement parallèles quant à leur contenu spécifique.

Dans le Golfe de Gascogne, il a été tenu compte d'une manière fondamentale de l'ensemble des observations qui précèdent ainsi que des réactions propres de certaines espèces qui ont pu être notées lors de modifications climatiques.

Les groupements adoptés sont les suivants :

3.3. 1. ESPECES SUBARCTIQUES

Globigerina pachyderma
Globigerina quinqueloba
Globigerina bulloïdes

Toutefois, *Globigerina pachyderma* senestre, lorsqu'elle constitue la totalité de l'association faunique, peut être considérée (BÉ, 1969) comme arctique.

3.3. 2. ESPECES UBIQUISTES OU TRANSITIONNELLES

Globorotalia scitula
Globigerinita glutinata
Globorotalia inflata

Dans le Golfe de Gascogne *Globorotalia scitula* et *Globigerinita glutinata* réagissent comme des espèces tolérantes au froid. De ce fait, leur présence est beaucoup plus fréquente que celle des espèces subtropicales. *Globorotalia inflata*, au contraire, semble plutôt tolérante au chaud et apparait avant les espèces subtropicales lors d'un réchauffement climatique.

3.3. 3. ESPECES SUBTROPICALES

Orbulina universa
Globigerinella aequilateralis
Globorotalia hirsuta
Globorotalia crassaformis
Globorotalia truncatulinoïdes
Globigerinoïdes ruber
Globigerina dutertrei

et les espèces plus rares,

Globigerina digitata
Globigerinita humilis
Globigerinoïdes conglobatus

Dans les différents graphiques illustrant l'étude des carottes, les espèces sont toujours disposées de telle manière que, de gauche à droite, on passe des espèces subarctiques aux espèces subtropicales dans l'ordre indiqué ci-dessus.

3.4. LES TYPES D'ASSOCIATIONS RENCONTRES

Après avoir cité les espèces planctoniques peuplant le Golfe de Gascogne et les avoir classées en fonction de leurs affinités climatiques, il est possible de définir quelles sont la ou les associations fauniques planctoniques que l'on peut reconnaitre à la surface du fond dans les différents domaines du Golfe de Gascogne.

Ces associations ne peuvent être établies que sur la base de sédiments actuels. Il est donc nécessaire d'éliminer tous les dépôts qui paraissent anté-holocènes ou dont les microfau-

nes, sans être très anciennes, présentent un degré d'usure, indice d'un certain remaniement.

Dans les domaines bathyal et abyssal, ont été retenu :

- les toits de carottes ayant livré une série stratigraphique apparemment complète,
- un échantillon prélevé par benne dans une zone non perturbée de la plaine abyssale au S du Dome Gascogne. Cet échantil lon est destiné par ailleurs à servir d'étalon de mesures pour les études géochimiques réalisées en milieu marin.

Dans le domaine du plateau continental, ce sont surtout des dragages qui ont été utilisés ainsi que, plus rarement, quelques toits de carottes.

Dans l'ensemble, la microfaune planctonique est assez homogène dans le Golfe de Gascogne et les proportions recueillies sont partout conformes à celles de ces faunes dans le domaines tempérés du globe.

Toutefois, il est possible de définir deux types d'associations dans ce domaine tempéré (fig. 2).

3.4.1. ASSOCIATION OCEANIQUE

Elle est le reflet des microfaunes planctoniques ayant vécu dans la province océanique et qui se sont déposées dans les secteurs bathyaux et abyssaux. A titre d'exemple, nous donnons (tableau 1) les pourcentages des principales espèces obtenues dans ces secteurs.

N° des carottes	Profondeur de prélèvement en m	Globigerina pachyderma	Globigerina quinqueloba	Globigerina bulloïdes	Globorotalia scitula	Globigerinita glutinata	Globorotalia inflata	Orbulina universa	Globigerinella aequilateralis	Globorotalia hirsuta	Globorotalia truncatulinoïdes	Globigerinoïdes ruber	Globigerina dutertrei	Globigerinita humilis
CH.C. 6976	4500	64,6	2,5	8,8	1,4	11,7	3,2	0,7	—	0,4	0,7	0,7	0,4	3,5
Etalon abyssal	4700	65,8	3,1	9,7	0,2	6,6	4,9	1,2	—	0,1	0,8	1,9	—	5,5
CH.C. 6928	3900	57,9	6,2	8,5	1,3	12,2	3,5	2,1	0,4	0,6	0,8	2,3	—	4,2
6932	4300	57,5	3,2	9,7	2,5	12,2	5,7	1,0	0,3	—	0,3	4,0	—	3,0
6707	4175	49,6	3,1	16,5	1,0	4,1	11,2	4,1	0,7	—	2,8	6,2	0,2	0,5
6969	2075	53,5	1,6	17,1	2,3	4,2	9,4	3,1	0,3	—	1,0	5,2	—	2,3
6709	1975	45,8	8,8	12,2	2,9	9,8	8,5	5,4	1,2	0,1	1,6	3,3	0,2	0,2
6836	3452	43,6	8,7	17,4	5,6	4,4	13,5	4,4	—	—	—	2,4	—	—

Tableau I : Pourcentage des espèces dans le domaine océanique.

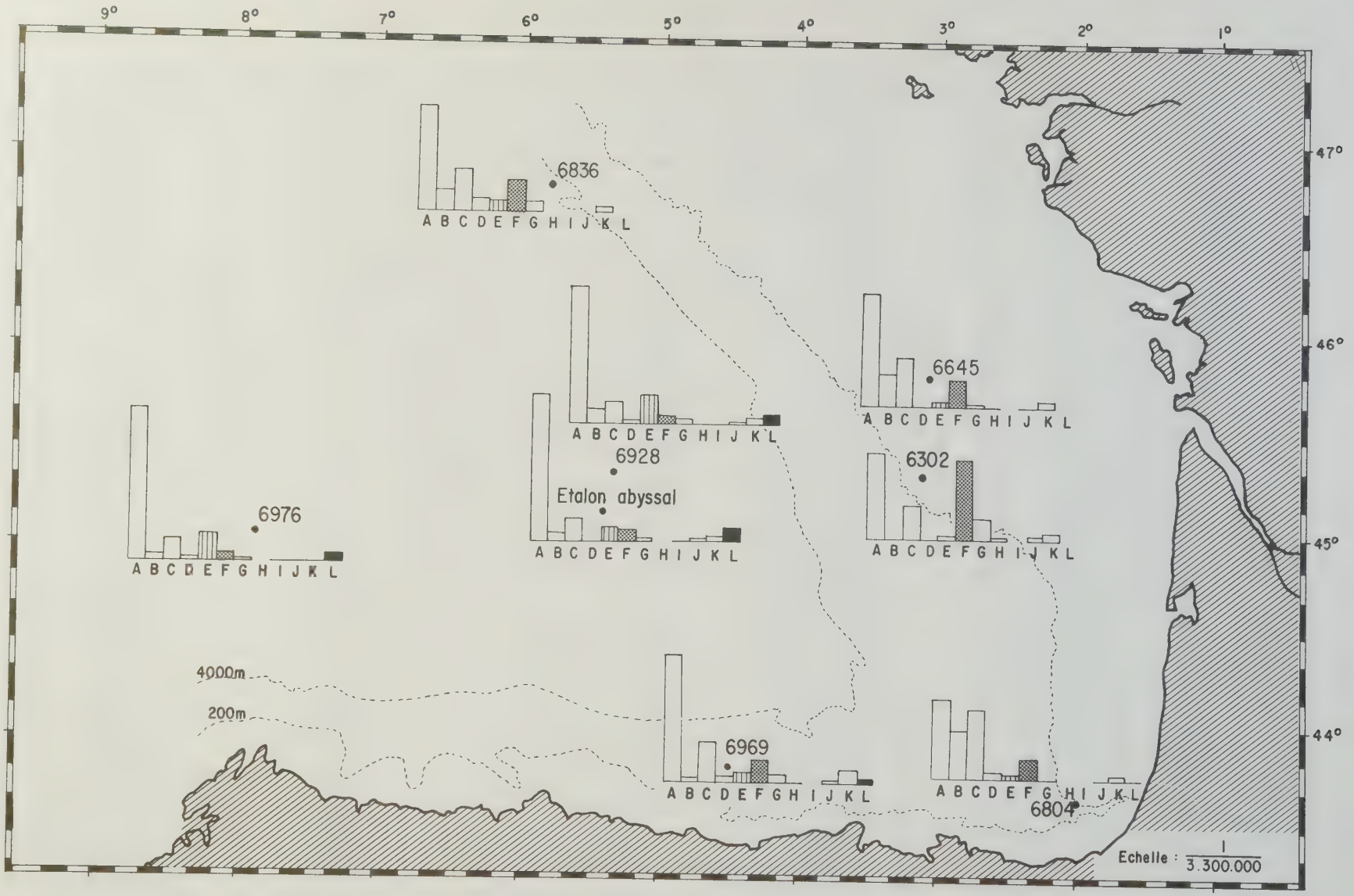


Fig 2 . Quelques exemples d associations de Foraminifères planctoniques dans le Golfe de Gascogne

A *Globigerina pachyderma*
B *Globigerina quinqueloba*
C *Globigerina bulloïdes*
D *Globorotalia scitula*
E *Globigerinita glutinata*
F *Globorotalia inflata*
G *Orbulina universa*
H *Globigerina aequilateralis*
I *Globorotalia hirsuta*
J *Globorotalia truncatulinoïdes*
K *Globigerinoides ruber*
L *Globigerinita humilis*

Il ressort de ces données, que *Globigerina pachyderma* sous sa forme dextre est partout en majorité absolue dans le domaine abyssal, voisine de 45% dans le domaine bathyal. *Globigerina bulloïdes* varie de 10 à 20%. Deux espèces sont ensuite assez bien représentées. Ce sont : *Globigerinita glutinata* et *Globorotalia inflata*. La première est assez abondante vers l'W avec des pourcentages de 8 à 12%; sa représentation diminue vers l'E du Golfe (5% ou même moins) au profit de *Globorotalia inflata* qui passe de 4 à 5% vers l'W à 10-11% sur la pente continentale. *Globigerinita humilis* constitue, en surface, 2 à 5% de l'association dans le domaine abyssal.

3.4.2. ASSOCIATION NERITIQUE

Elle est le reflet des microfaunes planctoniques ayant vécu dans la province néritique et qui se déposent ensuite sur la plateforme continentale.

Les quelques exemples suivants (tableau 2) permettent de se faire une idée de la représentation de chaque espèce :

	N° des échantillons	Profondeur de prélèvement en m	Globigerina pachyderma	Globigerina quinqueloba	Globigerina bulloïdes	Globorotalia scitula	Globigerinita glutinata	Globorotalia inflata	Orbulina universa	Globigerinella aequilateralis	Globorotalia hirsuta	Globorotalia truncatulinoïdes	Globigerinoïdes ruber	Globigerina dutertrei	Globigerinita humilis
PLATE-FORME CONTINENTALE	CREO 6302	185	36,8	0,2	14,2	0,2	1,7	33,6	8,3	0,7	—	1,7	2,6	—	—
	6642	200	40,7	5,6	14,2	—	0,1	27,4	5,2	0,1	—	0,1	3,7	—	—
	6645	122	45,5	13,4	21,5	0,4	2,3	11,8	1,1	0,4	—	0,7	2,5	—	—
	6713	130	52,8	6,6	19,5	0,8	1,4	12,3	1,9	—	—	1,4	3,3	—	—
	6421	100	37,2	8,5	30,6	0,5	6,3	9,4	—	0,5	—	—	6,0	—	1,0
	6708	110	44,6	7,9	26,9	—	3,6	7,5	—	—	—	1,2	8,3	—	—
	6563	81	49,4	2,6	27,9	0,5	1,7	7,3	0,5	—	—	0,9	8,7	—	0,5
CAP-BRETON	IGBA 6802	600	27,2	26,7	26,2	4,0	1,1	8,0	1,4	0,3	—	0,9	1,7	—	2,5
	6804	500	33,1	20,3	28,5	2,9	2,3	8,5	0,7	—	—	0,7	2,3	—	0,7
	6808	710	26,5	26,5	19,5	0,9	4,4	17,7	2,7	0,9	—	—	—	—	0,9
	6809	470	20,2	32,0	34,9	2,2	2,8	7,3	—	—	—	—	—	—	0,6

Tableau II : Pourcentage des espèces dans le domaine néritique.

Ce sont les trois espèces subarctiques qui dominent largement l'association faunique. *Globigerina pachyderma* forme au maximum 45% de l'ensemble, *G. bulloïdes* environ 20%, *G. quinqueloba* est plus irrégulièrement représentée. C'est ensuite *Globorotalia inflata* qui est la plus abondante et peut atteindre en bordure de cette province néritique vers le large des pourcentageségaux ou supérieurs à 30%. *Globigerinita humilis* est pratiquement absente.

Il apparait nettement que les associations fauniques du Gouf de Cap-Breton sont plus proches de celles de la province néritique que de celles de la province océanique.

La limite des deux domaines ne correspond pas à un changement radical de l'association. Les constituants majeurs sont les mêmes et ce sont leurs proportions relatives qui se modifient. La variété spécifique est un peu plus grande dans le domaine océanique où se manifestent quelques espèces rares ailleurs : *Globorotalia scitula. G. hirsuta. G. truncatulinoïdes.*

3.5. OBSERVATIONS QUANT A LA VALEUR D'UN ECHANTILLON DE SURFACE

Il convient toutefois de se demander quelle est, en tant que sédiments actuels, la valeur représentative des échantillons dit «de surface» prélevés dans le domaine marin.

Plusieurs remarques peuvent être émises qui tendent à restreindre cette valeur.

3.5. 1- *Les moyens techniques de prélèvement* utilisés ne permettent pas d'isoler correctement la pellicule superficielle qui représenterait les dernières années de sédimentation.

Lors du prélèvement d'un carottage, il est évident que l'arrivée du carottier au contact du fond trouble les dépôts de surface qui doivent être chassés de part et d'autre du tubage, ou bien emprisonnés dans le tube, mais sous un état perturbé. Dans un grand nombre de carottes étudiées ci-après, la partie supérieure de l'Holocène ne parait pas totalement conservée ; il semble alors plus logique d'invoquer un prélèvement de surface défectueux plutôt que l'éventualité d'une érosion sous-marine.

Le prélèvement par drague convient mal à l'étude du sédiment superficiel puisque, trainée sur le fond, la drague remonte un mélange de différents faciès récents ou subrécents.

Le prélèvement par benne à cylindre tournant est ponctuel mais, là aussi, le sédiment subit des perturbations puisqu'un certain lessivage se produit lors de la remontée à bord. De plus, la benne, par son principe même de construction récupère à la fois la couche superficielle et le sédiment fossile sous-jacent.

Ainsi, il parait fort probable que, lorsque le prélèvement de matériel est fait dans les meilleures conditions possibles, ce qui est étudié comme échantillon de surface représente au minimum un temps de dépôt de 1000 ans et souvent plus.

3.5.2- Certains critères *d'ordre chimique* tendent à modifier la composition de l'association faunique à grande profondeur.

Les travaux de RUDDIMAN et HEEZEN (1967), BERGER (1967; 1968) ont montré qu'à partir d'une certaine profondeur, les tests des Foraminifères subissent une certaine dissolution. Les attaques sont sensibles à partir de 3000 m, très importantes au-dessous de 5000 m. Un fait important est

que cette dissolution est sélective c'est-à-dire que le test de certaines espèces de Foraminifères planctoniques est plus vite dissous que celui d'autres espèces. Il est reconnu (BERGER, 1968, p. 33, tabl.1A) que *Globigerinoïdes ruber* est l'espèce rapidement attaquée ; suivent *Orbulina universa*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoïdes conglobatus*, *Globigerina bulloïdes*, etc...Les espèces à test lisse, telle *Globigerina pachyderma* sont dissoutes en dernier.

Le résultat de ces observations est que, à grande profondeur, l'association faunique recueillie sur le fond peut être partiellement modifiée et les pourcentages relatifs de certaines espèces peuvent être différents de ceux de la même espèce vivante dans la tranche d'eau supérieure : plus faibles si l'espèce est sujette à une dissolution rapide, plus forts si l'espèce est très résistante.

Puisque les espèces citées par BERGER comme étant les premières touchées par la dissolution sont plutot des espèces subtropicales, il est possible que, dans les domaines les plus profonds du Golfe de Gascogne, les associations fauniques planctoniques recueillies révèlent une proportion trop faible d'espèces subtropicales ; la conséquence en serait une attribution climatique trop fraiche.

Des traces de dissolution des tests ont été observées dans les prélèvements effectués sur le Dôme de Gascogne, notamment sur les *Globorotalia hirsuta* et *G. truncatulinoïdes*.

3.5.3- L'étude simultanée d'échantillons de microfaune planctonique vivante et de microfaune déposée à la surface du fond montre parfois un certain *décalage climatique*, l'échantillon d'individus vivants paraissant refléter un climat plus chaud. De telles observations faites dans l'Atlantique N par RUDDIMAN, TOLDERLUND et BÉ (1970) ont conduit ces auteurs à admettre un réchauffement récent de l'océan de l'ordre de 1,5 à 2° par rapport à la température que l'on peut déduire de l'étude des échantillons de surface représentant selon eux les 1000 à 4000 dernières années.

Ces quelques observations ont surtout pour but de montrer la valeur relative que l'on devrait attribuer à un échantillon représentant le sédiment actuel. Des comparaisons valables peuvent être faites en se basant sur les variations générales observées sur le sens de ces variations et c'est en cela que les comptages effectués au cours de cette étude sont utiles. Il nous parait en revanche tout à fait illusoire d'accorder une signification à la précision des chiffres obtenus.

CHAPITRE 4

CHOIX ET ETUDE D'UNE COUPE-TYPE

4 . 1 CONDITIONS POUR LE CHOIX D'UNE COUPE-TYPE

La condition première pour l'étude de la stratigraphie du Quaternaire marin dans le Golfe de Gascogne est de trouver, représentée par une faible épaisseur de dépôts, une succession atteignant les horizons les plus anciens possibles, car des difficultés techniques limitent souvent la réalisation de carottes de grande longueur dans le domaine marin.

Il faut choisir des carottes implantées dans les secteurs géographiques où les apports de matériaux détritiques sont faibles. Dans le Golfe de Gascogne, cette condition n'est remplie que si l'on s'adresse à un domaine géographiquement éloigné du secteur des canyons où cheminent les éléments détritiques.

D'un autre côté, il ne faut pas s'adresser à une zone trop éloignée du continent voisin car les caractéristiques propres du Golfe de Gascogne risqueraient peut-être alors d'être atténuées et l'éventuel lien avec le Quaternaire continental difficile à tenter.

Enfin, et cela constitue malheureusement un handicap important, le matériel disponible ne répond pas toujours aux exigences précises d'une étude déterminée, la campagne de prélèvement correspondante pouvant avoir eu un tout autre objectif.

La carotte -type choisie (CH.C. 6928), qui servira de coupe de réfèrence et à laquelle seront comparées toutes les autres carottes prélevées dans le Golfe de Gascogne, remplit les conditions exposées ci-dessus à savoir : éloignement suffisant mais pas trop important du domaine continental. Sa longueur (8,20 m) laisse espérer la reconnaissance de dépôts relativement anciens. Toutefois, elle n'est pas idéale car elle a été prélevée sur le Dôme Gascogne (fig.8) qui représente un accident topographique marquant la plaine abyssale du Golfe de Gascogne. Nous ne disposons pas actuellement de carottes implantées à l'W de ce Dôme qui constituerait peut-être une zone géographique plus favorable.

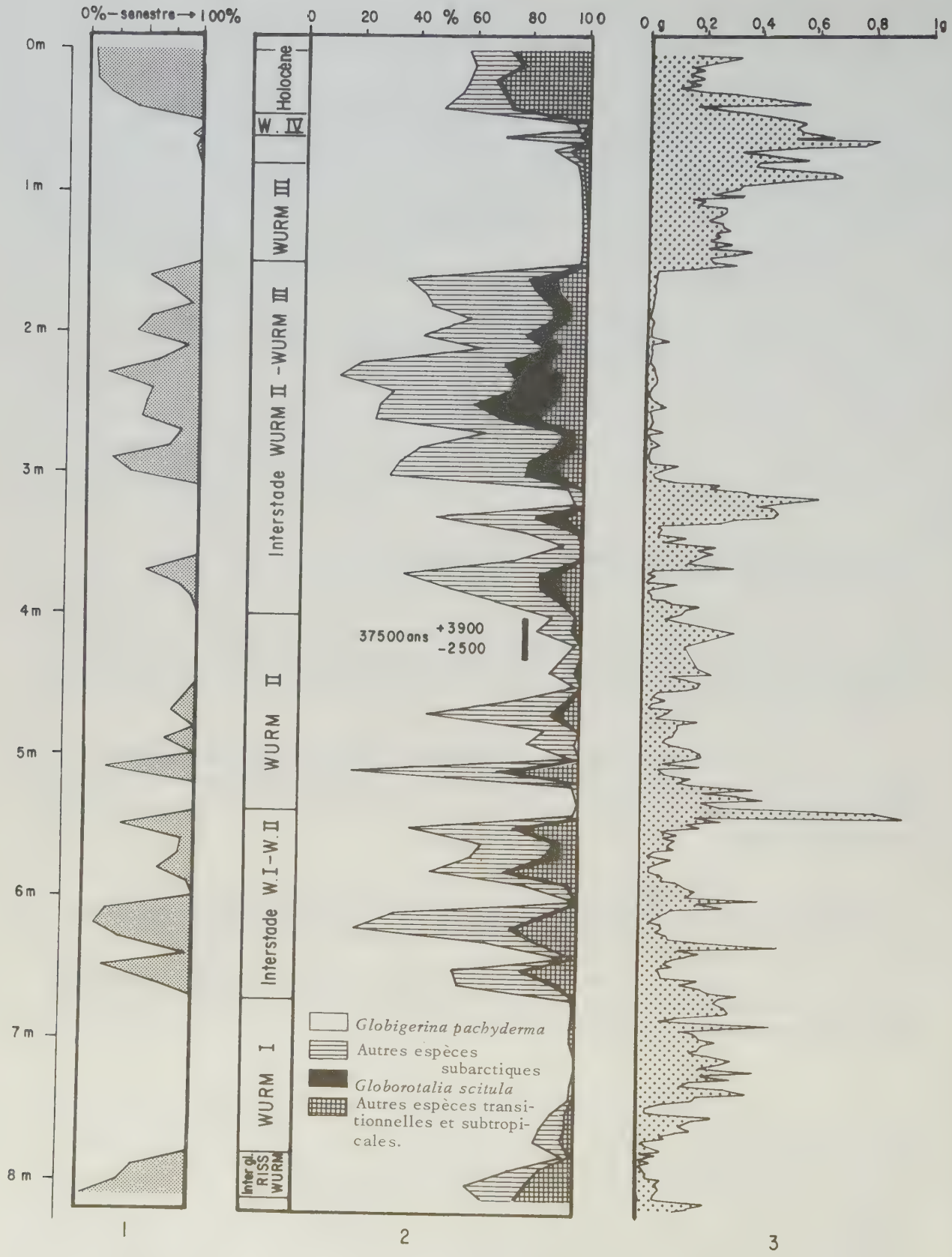


Fig . 3 : Répartition de la microfaune planctonique dans la coupe-type CH.C. 6928.

1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*
2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques
3 : Poids du résidu de lavage (supérieur à 100 µ)

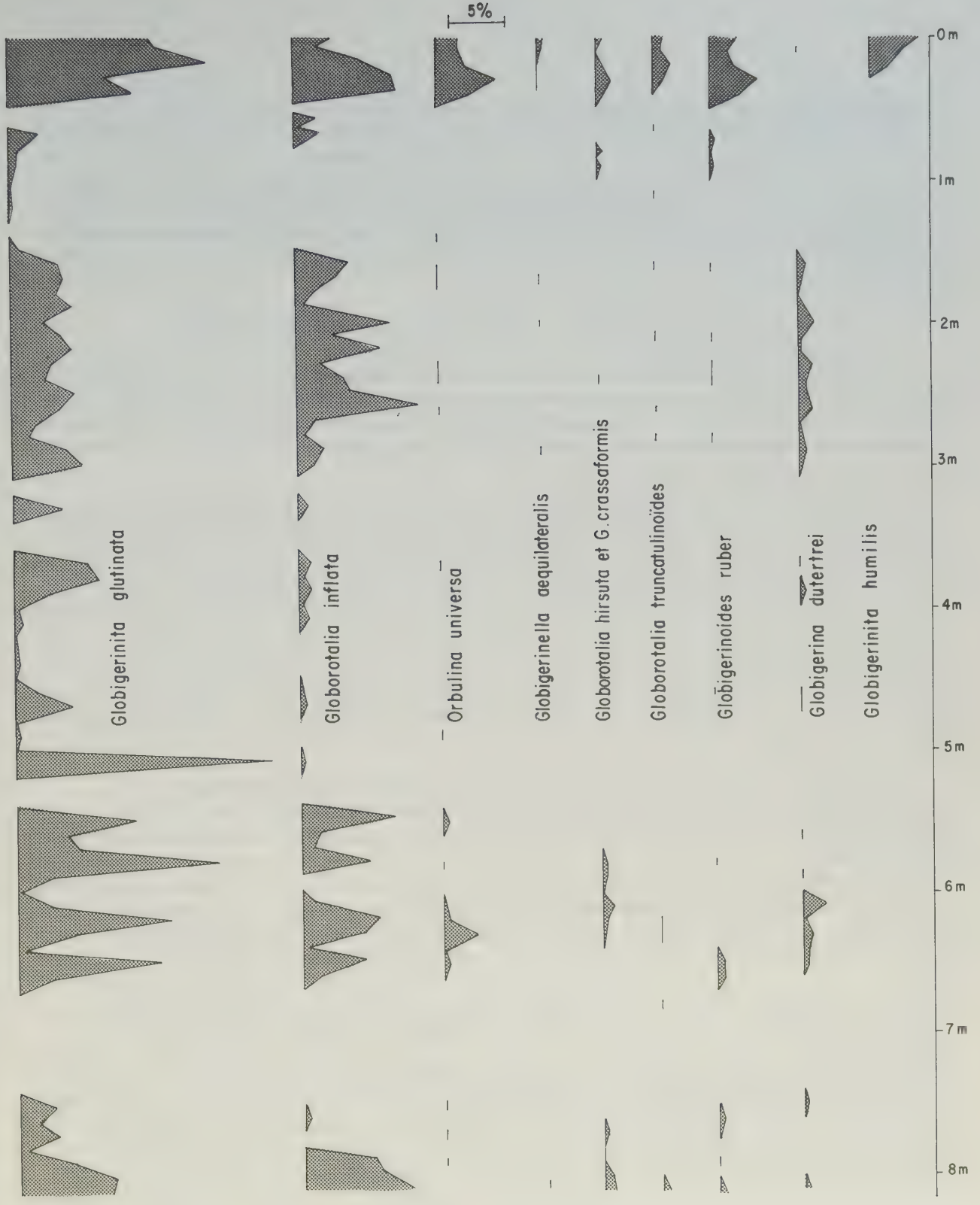


Fig . 4 : Répartition de la microfaune planctonique dans la coupe-type CH.C 6928

: Variation de fréquence des espèces transitionnelles et subtropicales

4. 2. ANALYSE DE LA CAROTTE CH.C. 6928

Elle a été prélevée par 3920 m de fond, à la partie supérieure du Dôme Gascogne. Le sédiment recueilli est une vase très fine, comme le montre le faible poids du résidu de lavage sur 10 g de sédiment brut : en moyenne de 0,25 g et au maximum de 0,80 g (fig.3). L'étude des microfaunes planctoniques a été faite régulièrement tous les 10 cm le long de cette carotte. Certains passages ont été précisés par l'examen de niveaux intermédiaires.

De haut en bas, plusieurs ensembles peuvent etre définis (fig.3 à 6) :

- *De 0 à 0.50 m* , se groupent des niveaux assez homogènes quant à leurs caractéristiques microfauniques. La microfaune recueillie est très riche, de l'ordre de 14.000 individus. Le résidu de lavage est presque exclusivement constitué par les Foraminifères planctoniques auxquels se joignent quelques Foraminifères benthiques mais en faible proportion puisque le rapport Planctoniques/Benthiques est supérieur à 30 (BOLTOVSKOY, 1965).

L'association faunique est variée (pl.V, fig. 1 et 2). Elle comprend des espèces subarctiques (majoritaires), transitionnelles et subtropicales. Parmi les espèces subtropicales qui constituent environ 30% de l'ensemble faunique peut être notée la présence de *Orbulina universa*, *Globigerinoïdes ruber*, *Globorotalia truncatulinoïdes* et *G. hirsuta*. L'espèce *Globigerinita glutinata* plus tolérante vis à vis des variations de température constitue à elle seule 10 à 15% de l'association. *Globigerina pachyderma* est l'espèce subarctique dominante à laquelle se joignent *G. bulloïdes* et *G. quinqueloba* : elle est présente sous sa forme dextre et ne devient à dominante senestre qu'à 0,50 m. Cette microfaune est proche dans l'ensemble de celle qui caractérise l'étalon abyssal et par suite les milieux profonds du Golfe de Gascogne actuel (fig. 2). Elle implique au moment du dépôt des sédiments correspondants, un régime climatique tempéré.

De 0,50 à 0,60 m , les horizons étudiés ont livré une microfaune riche en individus (plus de 10.000, fig. 5 et 6), mais constituée par un nombre très limité d'espèces. Le résidu de lavage (en moyenne 0,50 g) comprend, outre la microfaune, quelques petits grains de quartz et des Radiolaires.

Parmi les Foraminifères planctoniques, seules les formes subarctiques sont présentes ; elles sont très largement dominées par *Globigerina pachyderma* (95% de l'association faunique) uniquement sous la forme senestre. Ces caractéristiques microfauniques sont celles d'un milieu régi par un climat froid correspondant à celui qui marque le domaine arctique actuel.

- *De 0,60 à 0,80 m* , nous avons groupé divers niveaux marqués par une représentation microfaunique assez irrégulière tant du point de vue de la richesse numérique totale que de la richesse spécifique.

Les espèces subarctiques sont dominantes (90%) mais il s'y ajoute toujours un certain nombre d'espèces subtropicales, ubiquistes ou transitionnelles. Parmi ces dernières, les plus abondantes sont *Globigerinita glutinata* et *Globorotalia inflata*. *Globigerina pachyderma* constitue 70 à 85% de la microfaune totale : elle est senestre dans la proportion de 95%. Le climat que l'on peut déduire de ces observations est tempéré mais à tendance froide.

- *De 0,80 à 1,50 m* , se situe un ensemble de niveaux particulièrement homogènes. Le sédiment est toujours constitué de vases, mais le résidu du lavage est mixte : il comporte un mélange de sable quartzeux mal classé et de microfaune essentiellement planctonique.

Cette microfaune est nettement moins abondante que dans les niveaux précédemment décrits (entre 1200 et 6000 individus). L'association faunique (pl.VII, fig. 1) est réduite aux espèces subarctiques, surtout représentées par *Globigerina pachyderma* (98%). Les quelques individus attribués aux autres espèces (*G. bulloïdes*, *G. quinqueloba* et *Globigerinita glutinata*) sont toujours très rares, de petite taille et représentent en pourcentage négligeable. *Globigerina pachyderma* exclusivement senestre constitue donc ici une association presque monospécifique. Ces caractéristiques microfauniques sont celles du domaine arctique actuel. Le climat correspondant est donc très froid, glaciaire.

- *De 1,50 à 4,00 m environ*, peuvent être réunis des niveaux de vases très fines ayant livré une microfaune présentant des caractéristiques générales communes. L'étude de détail fait apparaitre toutefois une certaine irrégularité de répartition de la microfaune. Le résidu de lavage est extrêmement faible de 1,50 à 3,10 m (de l'ordre de 0,03 g), un peu plus élevé de 3,10 à 4,00 m (0,1 à 0,2 g). La microfaune planctonique recueillie n'est pas riche si on la compare à celle des horizons sus-jacents. En moyenne, le nombre d'individus est voisin de 1000 dans 10 g de sédiment brut.

L'association faunique comprend 75% d'espèces subarctiques, 25% d'espèces transitionnelles et subtropicales. Parmi ces dernières, il est intéressant de noter que les espèces bien représentées sont celles qui sont connues vivantes depuis le domaine boréal jusqu'au domaine tropical et par suite susceptibles de résister à des variations de température assez marquées, et non pas celles qui sont typiques du domaine subtropical. Ce sont : *Globigerinita glutinata*, *Globorotalia inflata* et surtout *G. scitula*. (pl.VIII, fig. 1). Cette dernière espèce présente un pourcentage toujours élevé d'individus (entre 10 à 25%), qui n'existe pas dans les assemblages fauniques recueillis au-dessous de 4,00 m. Les trois espèces subarctiques *Globigerina pachyderma*, *G. quinqueloba* et *G. bulloïdes* sont bien représentées. Les individus de *Globigerina pachyderma* sont présents sous les deux formes dextre et senestre avec en moyenne 60% d'individus senestres de 1,50 à 3,10 m, un pourcentage plus fort entre 3,10 et 4,00 m.

Examinés dans le détail , les résultats concernant les dépôts compris entre 1,50 et 4,00 m montrent des variations assez sensibles d'un niveau à l'autre. Vers 3,20 m-3,50 m, le pourcentage des espèces subarctiques augmente très nettement en même temps que le sens d'enroulement de *G. pachyderma* atteint une forte majorité senestre. Ces oscillations marquées par les courbes (fig. 3.2) sont fréquentes entre 1,50 et 4,00 m et traduisent probablement des variations climatiques passagères. Un certain nombre d'observations nous autoriserait à admettre deux ensembles mineurs : l'un allant de 1,50 à 3,10 m, l'autre de 3,10 à 4,00 m.

Dans l'ensemble, de 1,50 à 4,00 m, ces microfaunes décrites sont celles d'un domaine tempéré assez froid avec par endroits des refroidissements passagers.

- *De 4,00 m environ à 5,40 m*, le résidu du sédiment après lavage est constitué pour partie égale de sable quartzeux très fin et de microfaune ; la microfaune planctonique est d'une richesse variable suivant le niveau considéré (de 1500 à 10 000 individus). Les espèces subtropicales y sont faiblement représentées (moins de 2% en général) et l'association est essentiellement subarctique avec *G. pachyderma* dominante, à forte majorité senestre. Comme dans l'ensemble précédent, s'observent des variations locales assez sensibles des associations fauniques qui confèrent aux dépôts compris entre 4,00 m environ et 5,40 m un caractère d'hétérogénéité et une certaine imprécision quant à leurs limites. Toutefois, les caractéristiques de l'association faunique arguent en faveur d'un climat généralement très froid.

- *De 5,40 m à 6,70 m*, se dessine un ensemble caractérisé encore par une relative hétérogénéité des associations microfauniques qui le composent. Le résidu après lavage est faible de l'ordre de 0,10 à 0,25 g sauf aux niveaux 5,95 m et 6,30 m où l'on atteint 0,40 g. La richesse de la

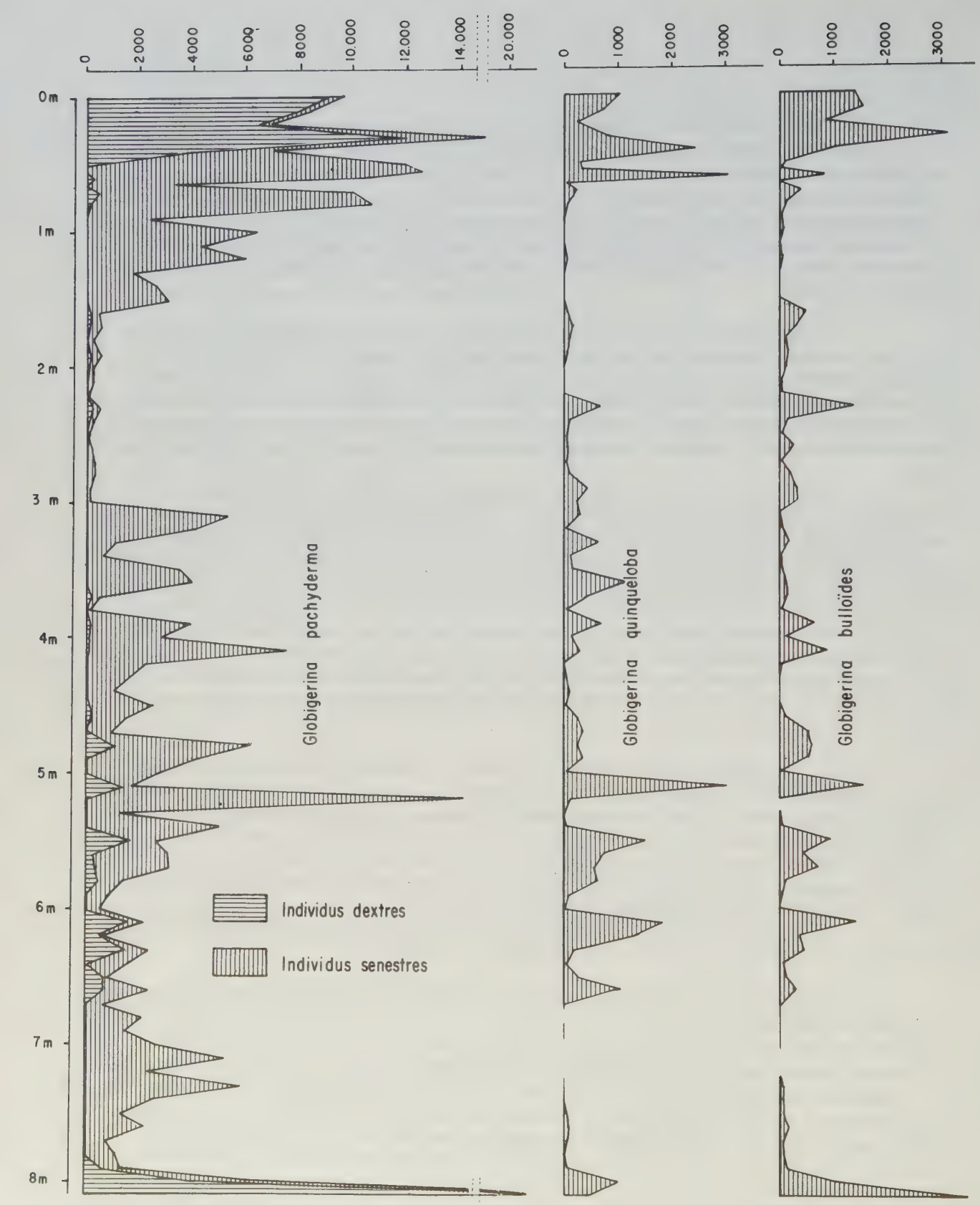


Fig . 5 : Coupe-type CH.C. 6928.

Espèces subarctiques : nombre d'individus par espèce

microfaune est très moyenne et variable, de l'ordre de 3.000 à 4.000 individus. Aux espèces subarctiques qui constituent 70% de la microfaune s'associent des espèces transitionnelles subtropicales: *Globorotalia inflata*, *Globigerinita glutinata*, quelques *Orbulina universa* et surtout, bien qu'en faible quantité, des *Globorotalia crassaformis* non représentées dans les horizons sus-jacents de la coupe.

Globigerina pachyderma constitue à elle-seule 50% de l'association ; elle existe sous les deux formes dextre et senestre à tous les niveaux mais les proportions sont très variables (% oscillant entre 10 et 90% de formes senestres). Deux niveaux interrompent nettement la régularité de cet ensemble, localisés à 6,00 m et à 6,40 m, qui ont livré une microfaune exclusivement subarctique constituée par *G. pachyderma* sous la forme senestre.

La période ainsi définie devait se caractériser par un climat tempéré avec quelques refroidissements très temporaires.

- *De 6.70 à 7,80 m* , s'individualise un ensemble de niveaux très homogènes. Le poids du résidu est de 0,30 g. Ce résidu est constitué de sables quartzeux mal classés et de microfaune planctonique. Cette microfaune est réduite à l'espèce *Globigerina pachyderma* uniquement représentée par la forme senestre de 6,70 à 7,50 m. Il s'y ajoute au-dessous quelques autres espèces subarctiques.

Cette phase est tout à fait comparable à celle qui se situe entre 0,80 et 1,50 m. Elle révèle l'existence d'un climat très froid au moment où se sont constitués les dépôts correspondants.

- *Enfin à la base, de 7,80 à 8,20 m* , apparait un dernier ensemble caractérisé par un faible poids de résidu (0,05 à 0,08 g/ 10 g de sédiment brut) et une grande richesse en individus planctoniques (plus de 10.000 par niveau, fig. 5 et 6).

L'assemblage faunique comprend 75% d'espèces subarctiques et 25% d'espèces transitionnelles et subtropicales. Ces dernières sont dominées par *Globorotalia inflata* et *Globigerinita glutinata* mais de nombreuses autres espèces subtropicales peuvent être citées : *Globorotalia crassaformis* , *G. truncatulinoïdes* , *Globigerinoïdes ruber et G. conglobatus*. Les trois espèces subarctiques sont présentes mais la plus fréquente est de loin *Globigerina pachyderma* presque exclusivement sous sa forme dextre.

Par les caractéristiques de sa microfaune, ce dernier ensemble dénote un climat tempéré assez chaud très comparable à celui que l'on peut déduire de l'étude des niveaux supérieurs de la carotte.

4. 3. INTERPRETATION DES VARIATIONS CLIMATIQUES LE LONG DE LA CAROTTE CH.C. 6928 : ETABLISSEMENT D'UNE SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE

Les différents niveaux étudiés ont pu être groupés d'après les variations des associations fauniques planctoniques qui les caractérisent et les périodes ainsi définies correspondent à des conditions climatiques précises. De haut en bas de la coupe se succèdent :

- un ensemble à climat tempéré	0 - 0,50 m
- un court épisode à climat froid	0,50 - 0,60 m
- un court épisode à climat tempéré froid	0,60 - 0,80 m
- un ensemble à climat arctique	0,80 - 1,50 m
- un ensenble à climat tempéré froid	1,50 - 4,00 m environ
- un ensemble à climat arctique ou localement tempéré froid	4,00 - 5,40 m

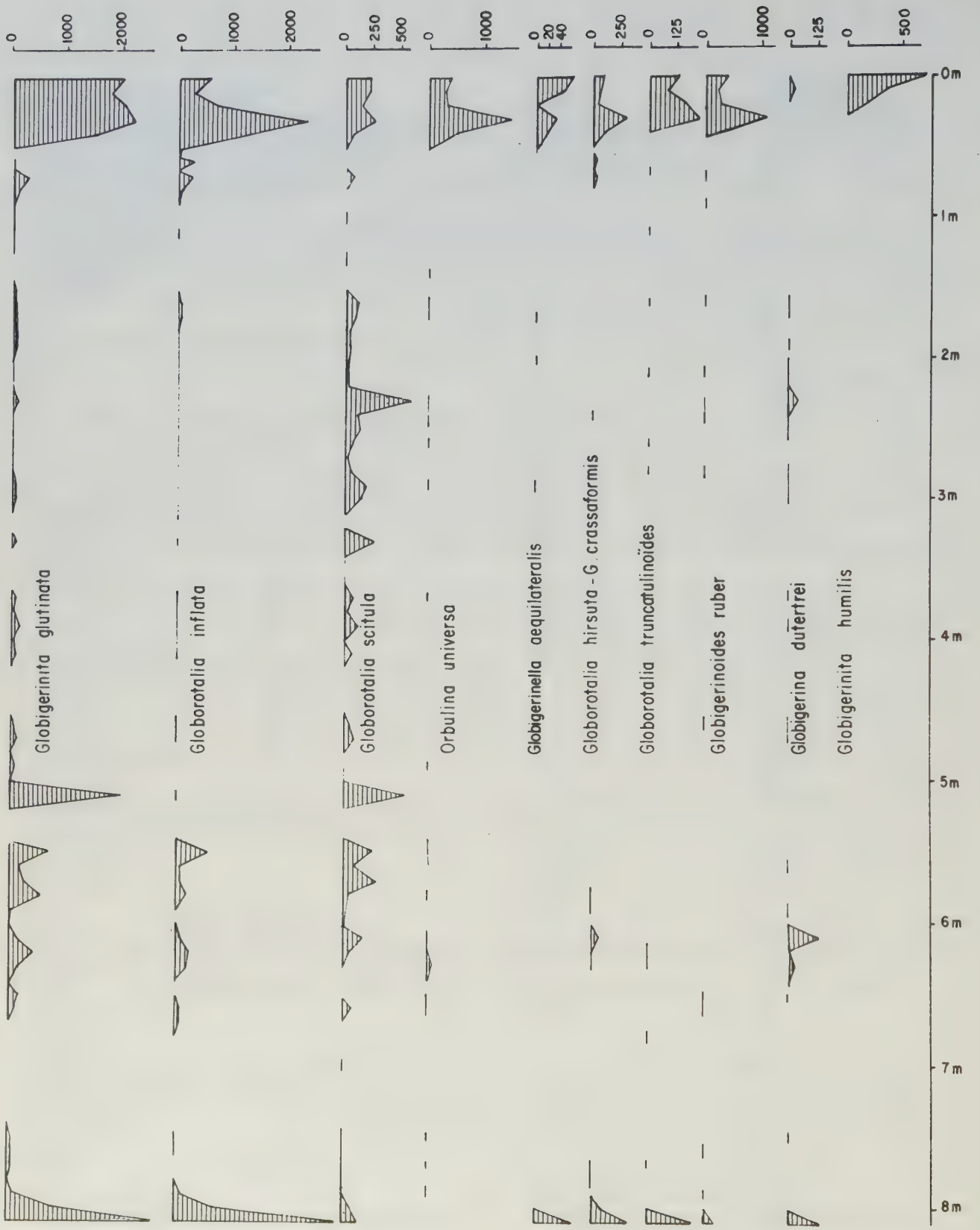


Fig . 6 : Coupe-type CH.C. 6928.

Espèces transitionnelles et subtropicales : nombre d'individus par espèce.

- un ensemble à climat tempéré froid 5,40 - 6,70 m
- un ensemble à climat arctique 6,70 - 7,80 m
- un ensemble à climat tempéré 7,80 - 8,20 m

c'est à dire une alternance de périodes climatiques tempérées plus ou moins chaudes et de périodes très froides, voire arctiques.

Certaines de ces périodes révèlent des conditions climatiques arctiques, comme en témoignent les dépôts situés de 0,80 à 1,50 m et de 6,70 à 7,80 m. Les changements du climat se matérialisent alors d'une manière brutale et les limites supérieures ou inférieures de ces périodes sont faciles à saisir.

D'autres se succédent d'une manière plus progressive ou dénotent des variations climatiques moins importantes. Il en est ainsi des trois stades que nous avons définis entre 1,50 et 6,70 m où deux périodes tempérées froides encadrent un stade glaciaire non homogène.

Il est alors logique de mettre en parallèle les variations climatiques ainsi observées dans le domaine marin abyssal et les mêmes variations bien connues sur le continent, qui caractérisent les dépôts quaternaires.

Afin de préciser stratigraphiquement la succession obtenue par la seule analyse des variations climatiques, une mesure de l'activité en 14 C a été faite entre 4,00 et 4,30 m. En raison de la faible proportion des carbonates dans les dépôts vaseux de la plaine abyssale, la section de tube correspondant à 30 cm de dépôts a été nécessaire à l'obtention d'une quantité suffisante de benzène pour la datation.

L'âge obtenu est de 37.500 ans $\begin{cases} + 3.900 \\ - 2.500 \end{cases}$ ans B.P.

Il s'agit donc, si l'on se réfère à la stratigraphie établie sur le continent, de dépôts correspondant à la partie médiane du Würm et plus précisément à l'interstade Würm II - Würm III. Par suite, les dépôts compris entre 0 et 4,30 m matérialisent en milieu marin l'Holocène et la partie supérieure du Pléistocène.

Les dépôts situés à la base de la carotte (entre 4,30 et 8,20 m) n'ont pas fait l'objet de datation car la méthode employée n'est valable que pour des dépôts d'âge inférieur à 42.000 ans.

Toutefois, nous pouvons supposer que le taux de sédimentation a été à peu près constant le long de la carotte étudiée puisque le type de dépôt reste assez homogène de bas en haut et que seule des variations de détail peuvent être notées. Les 8,20 m de dépôts traversés représenteraient alors environ 80.000 ans. Par conséquent, la carotte CH.C. 6928, aurait traversé la majeure partie des dépôts du Würm.

Il est alors possible d'interpréter les résultats ainsi obtenus à la lumière de la stratigraphie établie sur le continent voisin pour les dépôts allant du Würm à l'actuel. Les subdivisions adoptées pour la glaciation du Würm sont données par BORDES (1968,p.222) pour les formations paléolithiques du S.W. de la France .

Dans cette optique, les quatre stades arctiques ou froids reconnus dans la carotte CH.C. 6928 représentent les quatre stades du Würm et la stratigraphie de la coupe-type devient :

Holocène	climat tempéré	0 à 0,50 m
Würm IV	climat froid	0,50 à 0,60 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré froid	0,60 à 0,80 m
Würm III	climat arctique	0,80 à 1,50 m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré froid	1,50 à 4,00 m (?)
Würm II	climat très froid à arctique	4,00 (?) à 5,40 m
Interstade Würm I-Würm II	climat tempéré froid	5,40 à 6,70 m
Würm I	climat arctique	6,70 à 7,80 m
Interglaciaire Riss-Würm	climat tempéré assez chaud	7,80 à 8,20 m

Cette interprétation conduit à considérer les niveaux inférieurs atteints par la carotte comme les témoins supérieurs de l'interglaciaire Riss-Würm.

Basée sur un dépôt de 40 cm de puissance, cette hypothèse bien que vraisemblable demande confirmation sur d'autres sections plus longues. Le refroidissement marqué dans cette carotte à 7,80 m est le plus intense observé puisque l'on passe directement de conditions climatiques très voisines des conditions actuelles, aux conditions arctiques les plus nettes. Al'inverse, le réchauffement observé à la fin du Würm III est très progressif et s'étale jusqu'à la base de l'Holocène.

4. 4. COMPLEMENT A L'ETUDE DE LA CAROTTE 'TYPE

Une carotte (CH.C. 6931) implantée également sur le Dôme Gascogne à l'E-SE de la coupe-type, longue de 12 m s'est, après une radiographie, révélée détériorée dans sa partie sommitale et de ce fait, malgré sa longueur, n'a pu être choisie comme coupe-type. Heureusement, au-dessous de 1 m le prélèvement est correct et la carotte a pu être étudiée jusqu'à la base.

Une succession stratigraphique très comparable à celle dressée pour la coupe-type est alors retrouvée. L'étude a été faite à partir des niveaux correspondant à l'interstade Würm II-Würm III très facilement reconnaissable par la forte proportion de *Globorotalia scitula* qui le caractérise (niveau 25: 2,40 m) et par comparaison étroite avec la succession stratigraphique de la coupe-type (fig. 7).

- *de 3.10 à 4.80 m*, une microfaune subarctique dominée par *Globigerina pachyderma* senestre dénonce un climat glaciaire, que l'on peut attribuer au WürmII.

- *de 4.80 à 5,70 m*, une microfaune plus variée en espèces indique un climat tempéré assez frais assimilable à l'interstade Würm I - Würm II.

- *de 5,70 à 6.80 m*, une microfaune subarctique presque réduite à la seule *Globigerina pachyderma* senestre indique pour les dépôts correspondant un climat glaciaire représentant le Würm I.

- *de 6.80 à 7.70 m*, l'association faunique planctonique est très diversifiée. Les espèces subarctiques constituent 60 à 70% de l'association. *Globigerina pachyderma* est abondante, mais toujours avec une majorité de formes dextres, majorité qui peut atteindre 98%. Les espèces transitionnelles et subtropicales sont variées et bien représentées, notamment *Globorotalia inflata*. *Orbulina universa*. et *Globigerinoïdes ruber*. A divers niveaux, la présence de *Globigerinoïdes conglobatus* a pu être notée (pl. IX, fig. 1).

L'ensemble de ces observations témoigne de conditions climatiques tempérées. Par comparaison avec les caractéristiques connues des dépôts holocènes, il semble que le climat soit dans cette phase, un peu plus chaud que le climat actuel ; l'arrivée de *Globigerinoïdes conglobatus* dans le Golfe et le développement de *G. ruber* plaident en faveur de cette remarque.

Les dépôts correspondant pourraient donc représenter le dernier interglaciaire du Quaternaire, c'est à dire celui qui sépare le Riss du Würm.

- *de 7.70 m à la base (12m)*, la microfaune planctonique est à nouveau réduite en espèces. *Globigerina pachyderma* uniquement senestre constitue au moins 95% de l'association ; il s'y ajoute quelques rares représentants de *G. quinqueloba* (pl. IX, fig. 2).

Le caractère arctique particulièrement net de ces dépôts parait justifier leur attribution à la glaciation du Riss.

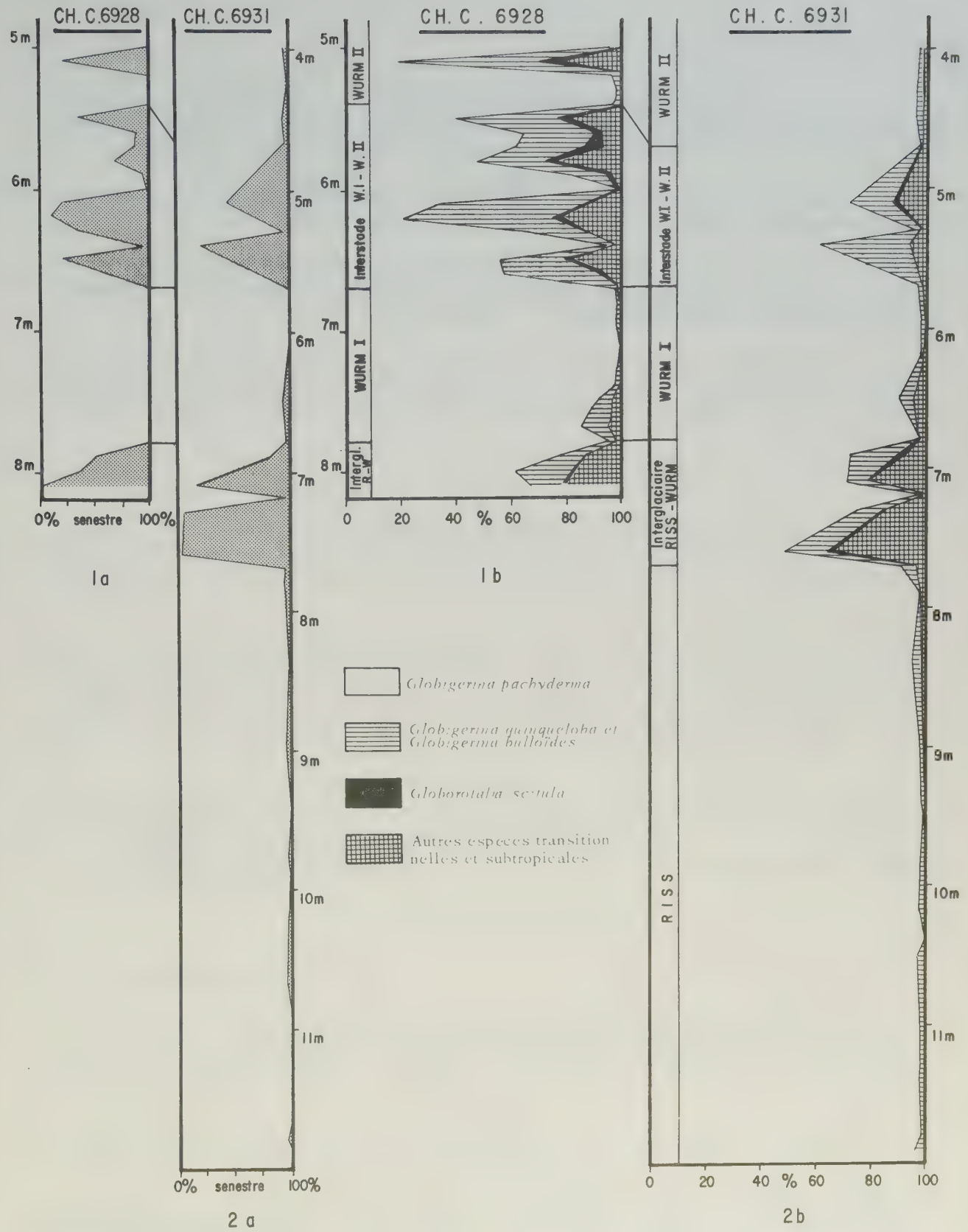


Fig. 7 : Complément à l'étude de la coupe-type : la base de la carotte CH C. 6931

1a et 2a : Variation du sens d enroulement de *Globigerina pachyderma*.
1b et 2b : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques.

L'étude de la carotte CH.C. 6931 permet donc de reconnaitre pour la première fois dans le Golfe de Gascogne des dépôts représentant l'avant-dernière glaciation puisqu'elle complète la coupe-type par la reconnaissance de l'interglaciaire Riss-Würm et d'une partie du Riss.

En admettant que l'attribution stratigraphique se confirme ultérieurement par d'autres méthodes, deux remarques peuvent être faites à propos de ces niveaux anciens :

- l'interglaciaire Riss-Würm est caractérisé par un climat tempéré légèrement plus chaud que le climat actuel et très nettement plus chaud que celui des divers interstades du Würm. Il est matérialisé par un dépôt de faible puissance.

- le Riss dans sa partie terminale est remarquable par l'homogénéité du dépôt qui le matérialise et la constance des caractéristiques fauniques le long des 4 m traversés. Ceci s'oppose nettement aux oscillations fauniques et par conséquent climatiques observées dans les dépôts würmiens sus-jacents.

CHAPITRE 5

LE QUATERNAIRE DANS LA PLAINE ABYSSALE

Dans le Golfe de Gascogne, la régularité topographique de la plaine abyssale est par endroits perturbée par des bombements d'amplitude restreinte ayant la forme générale d'un dôme. Ces bombements tels le Dôme Gascogne ou le Dôme Cantabria dominent la plaine voisine de 400 m environ.

Il serait évidemment intéressant d'étudier la stratigraphie du Quaternaire récent dans une série de carottages prélevés en divers points de la plaine abyssale, dans les secteurs à topographie régulière, ainsi que dans les régions des bombements. Malheureusement, ces objectifs de recherches n'étant généralement pas ceux qui décident de l'orientation des missions, il se trouve que l'on dispose préférentiellement de matériaux provenant des accidents de la plaine abyssale.

Il sera donc étudié successivement :

- l'ensemble du matériel carotté sur le Dôme Gascogne et sur les flancs W et E de ce Dôme (fig. 8),
- une carotte implantée plus à l'W, sur le Dôme Cantabria (fig. 15),
- une carotte située plus à l'E dans cette partie de la plaine abyssale que surplombe la pente continentale (fig. 8).

5 1. LE DOME GASCOGNE

Au cours de la campagne Gestlante III, une dizaine de carottes ont été prises sur ce Dôme. A cet ensemble s'ajoute la carotte CH.C 6707 prélevée antérieurement (Campagne Jean Charcot 1967, Gestlante II).

5. 1. 1. ETUDE DES ECHANTILLONS DE SURFACE (TOIT DES CAROTTES)

Un premier examen a porté sur les sédiments constituant la tête des différentes carottes et a permis de distinguer, sur le Dôme, les domaines où la sédimentation actuelle est conservée et ceux où elle ne l'est pas.

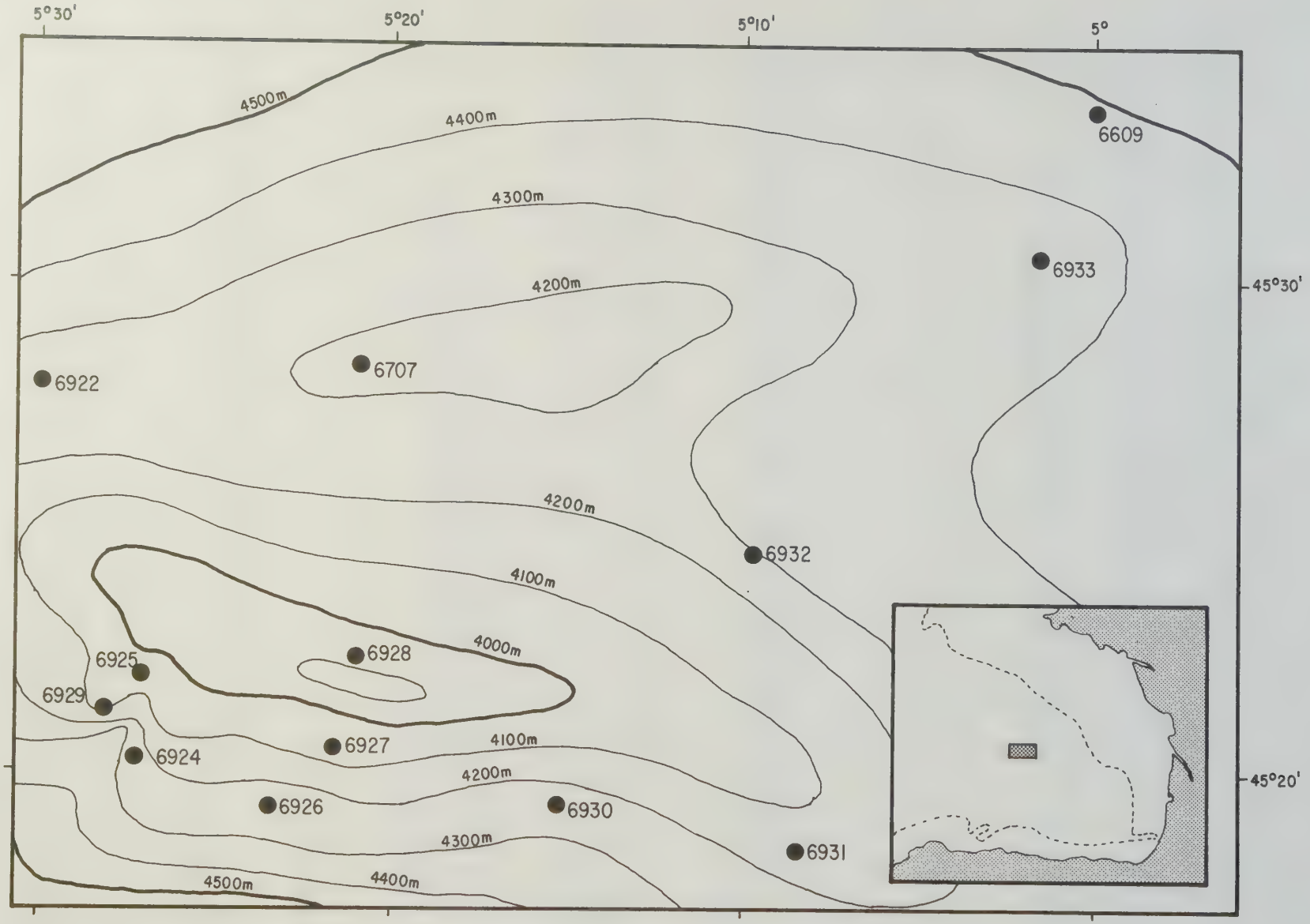


Fig . 8 : Situation des carottes prélevées sur le Dôme Gascogne et dans la plaine abyssale vers l'E.

Les résultats obtenus sont schématisés sur la figure 9, où sont différenciés :
- d'une part, les dépôts de surface qui nous paraissent actuels ou très récents,
- d'autre part, les dépôts qui sont plus anciens et qui datent au moins du Würm IV.

Les premiers sont caractérisés par une microfaune planctonique assez variée, riche en éléments subtropicaux et subarctiques, tout à fait comparable en pourcentage à la microfaune vivant actuellement dans la partie océanique du Golfe de Gascogne. Il est logique de supposer que les dépôts correspondants sont récents et d'âge holocène.

Les seconds sont constitués par une association planctonique assez monotone composée presqu'uniquement d'espèces subarctiques et témoignent alors d'un climat froid ou glaciaire appartenant de toute manière au Pléistocène.

Les dépôts récents se situent d'une manière générale au sommet du Dôme alors que les flancs montrent plutôt une couverture de dépôts plus anciens. Cette distinction est particulièrement nette à l'W.

A l'E, dans le secteur où est implantée la carotte CH.C 6933, il semble que la présence de dépôts froids soit plus ou moins en relation avec l'arrivée périodique de dépôts à caractères turbides qui perturbent la sédimentation dans ce secteur de la plaine abyssale.

5. 1. 2. ZONE DU DOME GASCOGNE OU LES SEDIMENTS HOLOCENES SONT CONSERVES

Outre les coupes-types CH.C. 6928 et 6931, diverses carottes implantées dans ce secteur ont pu être étudiées. Ce sont les carottes CH.C. 6929 et 6924 situées à l'W des coupes-types, les carottes CH.C. 6707 au N, et CH.C. 6930 au SE.

Un essai de corrélation a été tenté sur la base des courbes réalisées à partir du poids du résidu de lavage. Puis la vérification a été faite d'après l'étude des associations fauniques planctoniques.

5. 1. 2 1 CAROTTE CH C. 6929

La carotte CH.C. 6929 (fig. 10) montre des courbes du poids du résidu très comparables à celles de la coupe-type ; vers la base, elle ne doit pas avoir atteint des niveaux aussi anciens que la carotte CH.C. 6928 et s'arrête vraisemblablement dans le Würm I.

Le taux de sédimentation est très légèrement plus fort tout le long de cette coupe de ce fait, malgré une longueur de prélèvement très voisine de celle de la coupe-type, l'horizon inférieur atteint est un peu plus récent.

Après vérification par l'étude micropaléontologique, des corrélations ainsi établies, il apparait que, dans cette carotte CH.C. 6929, la succession stratigraphique est la suivante :

Holocène (partie)	climat tempéré	0 à 0,25 m
Würm IV	climat froid	0,25 à 0,35 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré	0,35 à 0,45 m
Würm III	climat arctique	0,45 à 1,20 (?)m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré froid	1,40 (?) à 4,60 m
Würm II	climat froid	4,60 à 6,25 m
Interstade Würm I-Würm II	climat tempéré	6,25 à 7,90 m
Würm I (en partie)	climat arctique	7,90 à 8,50 m

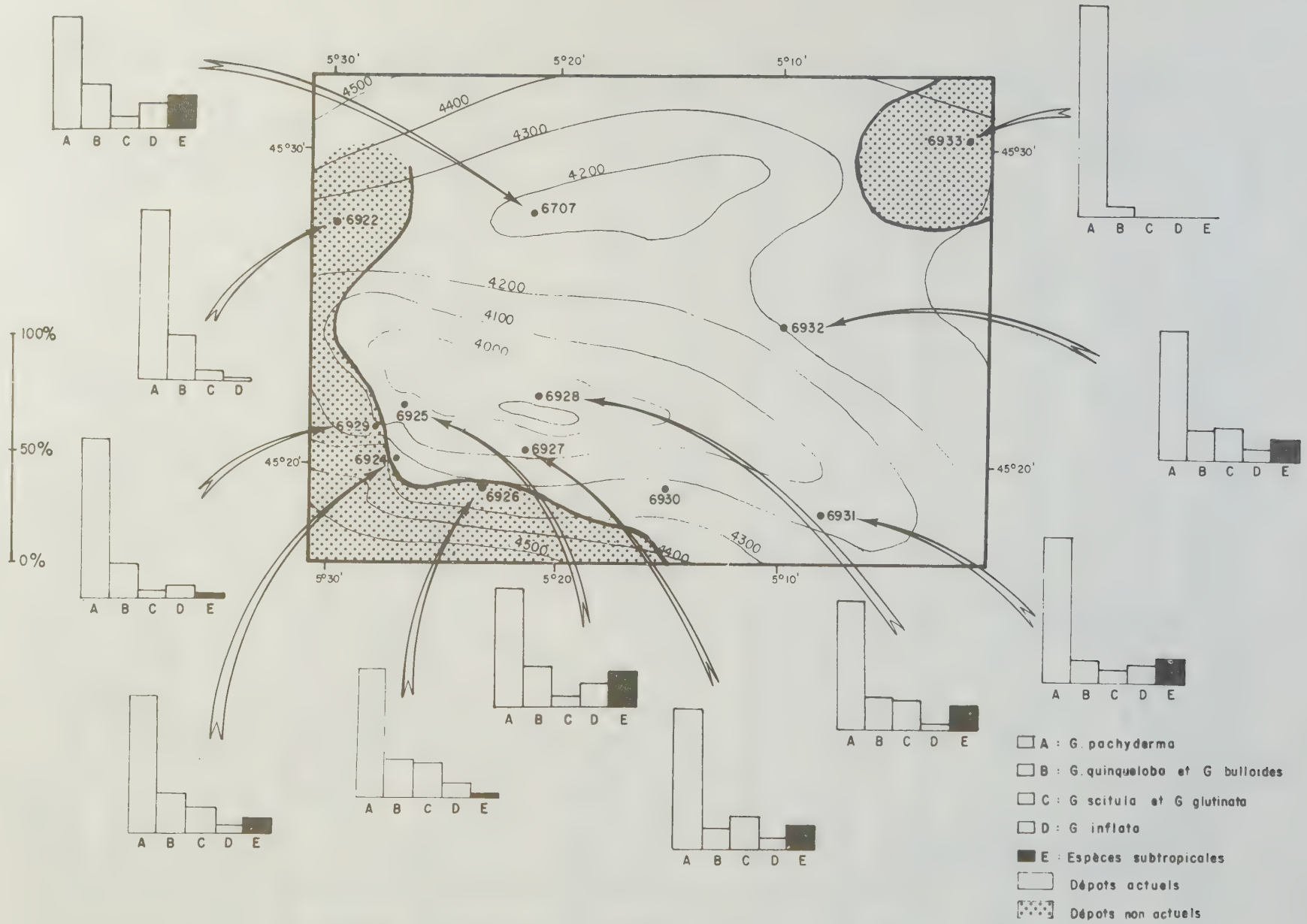


Fig . 9 : Répartition des sédiments à la surface du Dôme Gascogne.

Remarques .Il semble que l'Holocène ne soit pas intégralement représenté. Sa faible épaisseur (25 cm) jointe au fait qu'une certaine proportion de *Globigerina pachyderma* senestre existe dès le niveau de «surface» confirme cette hypothèse.

Au-dessous, la coupe parait complète. La base de la phase glaciaire Würm III n'est pas précisée car un prélèvement spécial a été fait en vue d'une datation.

Comme dans la coupe-type, l'interstade Würm II-Würm III est marqué par le développement de *Globorotalia scitula*, l'interstade Würm I-Würm II par quelques *Globorotalia crassaformis.*

Les stades glaciaires francs sont le Würm I et le Würm III entre lesquels se situe un ensemble plus fluctuant.

5 1.2.2 CAROTTE CH C. 6707

D'après les courbes du poids de résidu (fig. 10), il apparait que cette coupe a traversé l'ensemble des dépôts compris entre l'Holocène et le Würm III et atteint approximativement la base de l'interstade Würm II-Würm III.

L'analyse de la microfaune planctonique a fait l'objet de diverses publications (CARALP, DUMON et al. 1969 ; CARALP et PUJOS, 1970). Dans les grandes lignes (fig. 11) les résultats sont les suivants :

- *de 0 à 0.35 m.* les espèces subarctiques constituent environ 70% de l'association : *Globigerina pachyderma* est dextre (plus de 95%). Les espèces transitionnelles, avec principalement *Globorotalia inflata* et subtropicales avec *Orbulina universa. Globigerinoïdes ruber. Globigerinita glutinata* sont variées (pl. IV, fig. 1). Cette association faunique tempérée est très voisine de la microfaune actuelle.

- *de 0.35 à 0.60 m.* la microfaune traduit dans son ensemble un brusque refroidissement du milieu (augmentation de 15% du pourcentage des espèces subarctiques, dominance des individus senestres de *Globigerina pachyderma*). Le climat est froid.

- *de 0.60 à 0.90 m.* la microfaune se diversifie à nouveau et chaque espèce atteint une représentation voisine de celle constatée entre 0 et 0,35 m.

Le climat correspondant est donc tempéré.

- *de 0.90 à 1.60 m. Globigerina pachyderma* senestre (100%) constitue à elle seule 98% de l'association faunique que viennent compléter de rares *G. bulloïdes* et *G. quinqueloba.* Ces caractéristiques témoignent de conditions climatiques arctiques.

- *de 1.60 à 3.30 m.* l'association faunique est à nouveau variée. Le pourcentage du sens d'enroulement de *G. pachyderma* est soit indécis (50%), soit à dominante senestre. Les espèces subarctiques constituent 70% de l'association et *G. bulloïdes* 40% à elle seule. Les espèces subtropicales sont surtout représentées par *Globorotalia scitula et Globigerinita glutinata* qui sont assez tolérantes au froid. A 2,70 - 2,85 m et à 3,20 m se localisent des niveaux indiquant des conditions climatiques plus froides mais passagères. Les courbes obtenues sont alors irrégulières en ce qui concerne la base de la coupe.

Cette description sommaire conduit à définir comme suit la succession stratigraphique de cette carotte :

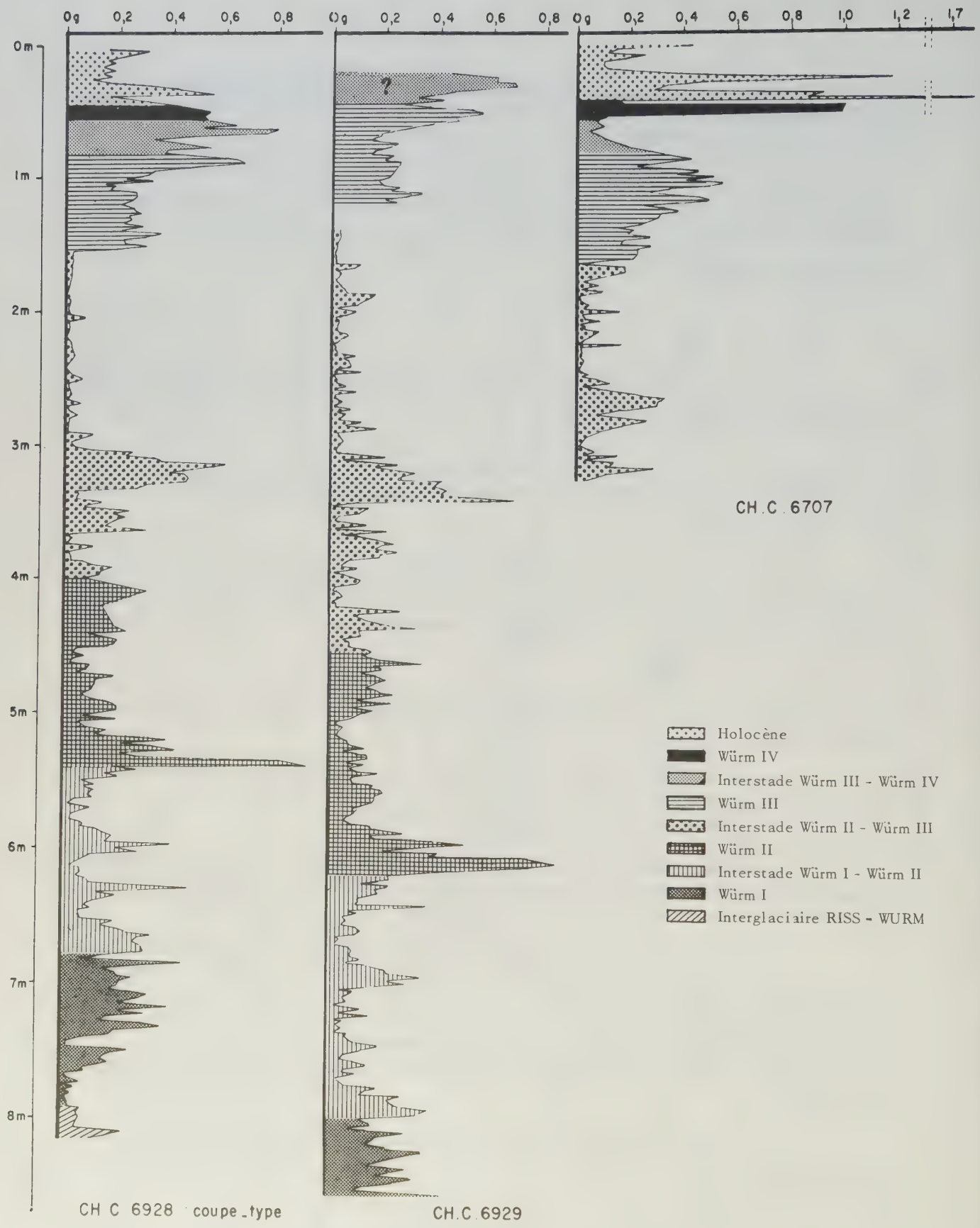


Fig . 10 : Corrélations possibles d'aprés les courbes du poids de résidu.

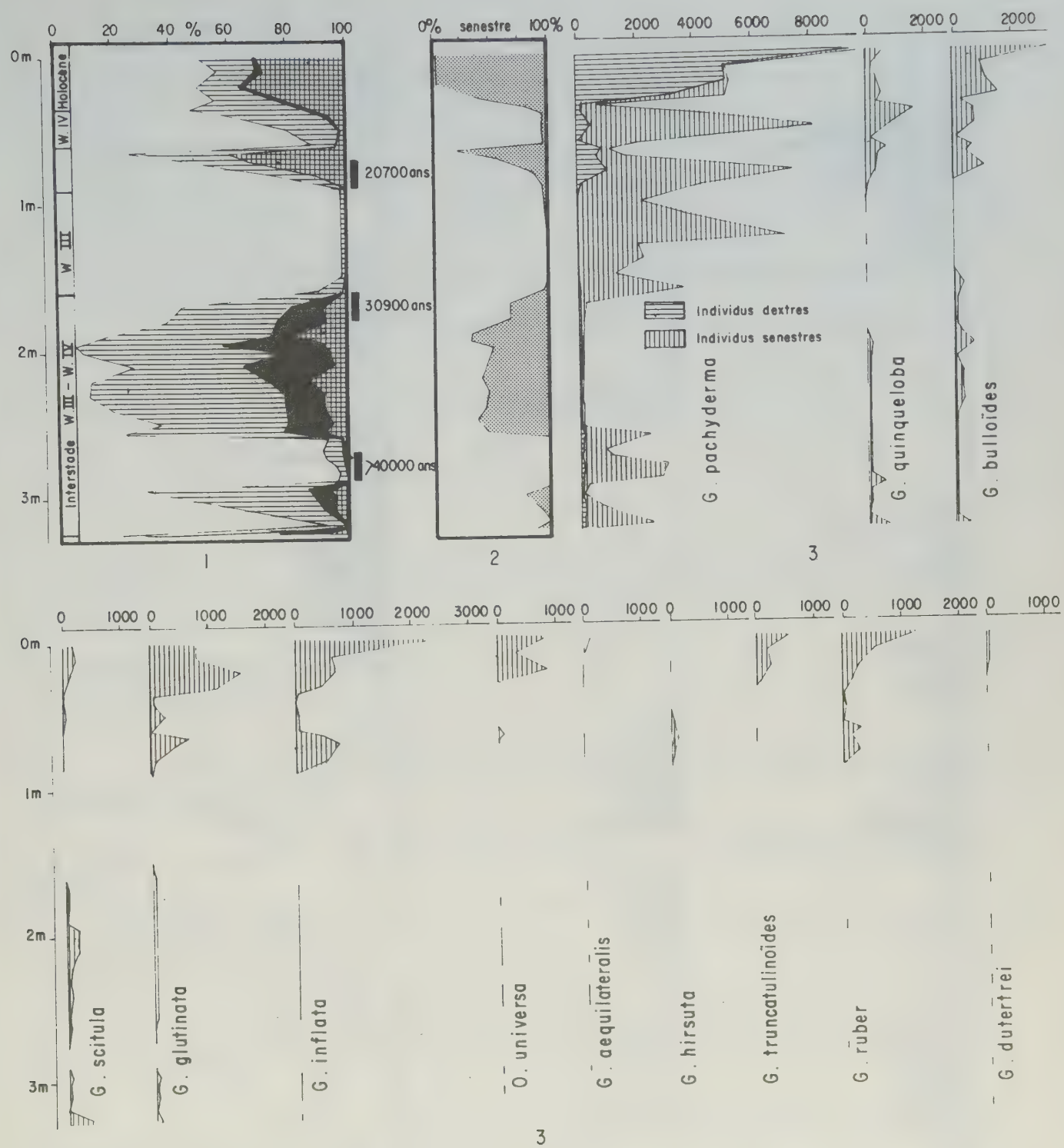


Fig . 11 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6707.

1 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques.

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

2 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

3 : Nombre d'individus par espèce

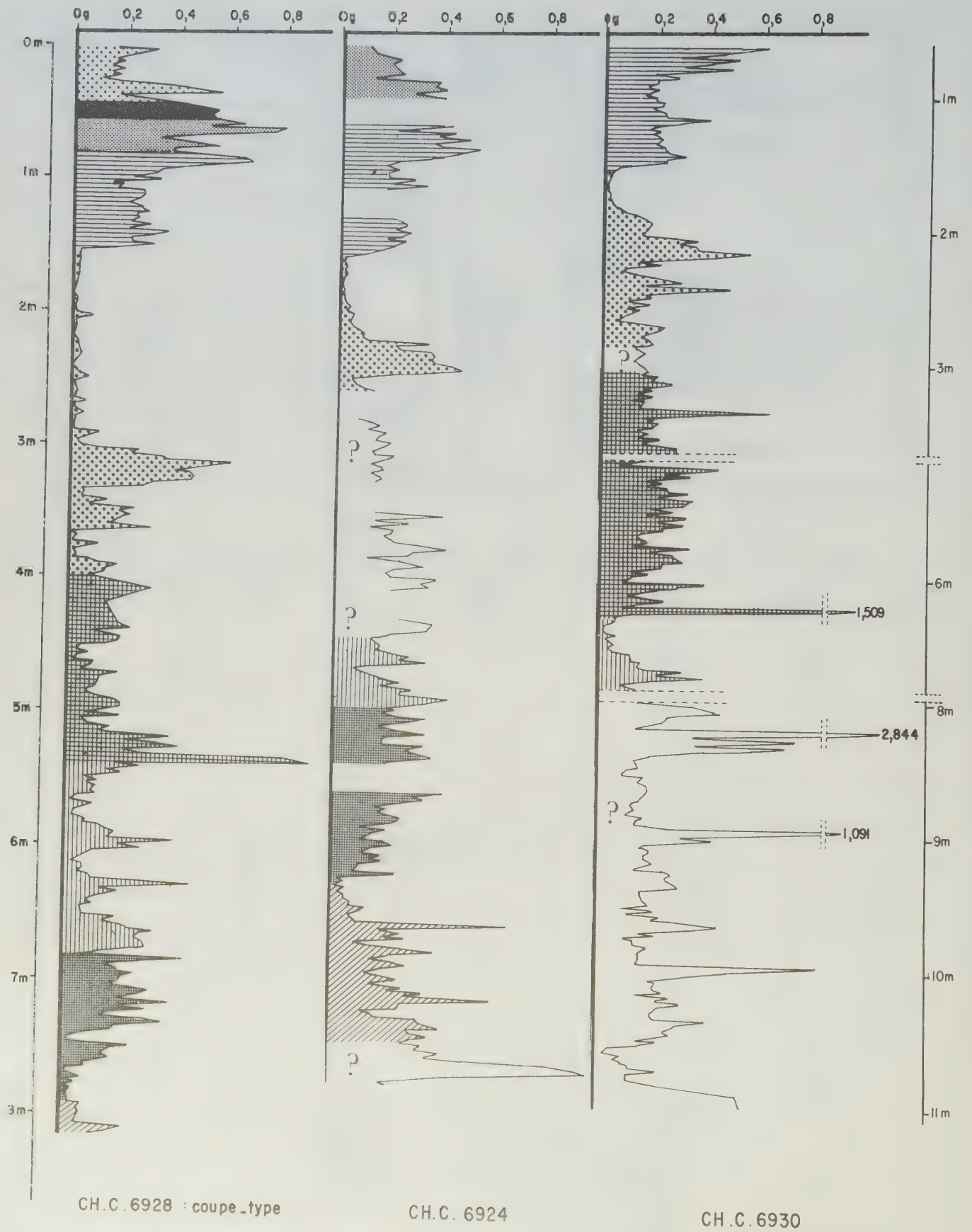


Fig. 12 : Corrélations possibles d'après les courbes du poids de résidu(même légende que Fig.10).

Holocène	climat tempéré	0 à 0,35 m
Würm IV	climat froid	0,35 à 0,60 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré	0,60 à 0,90 m
Würm III	climat arctique	0,90 à 1,60 m
Interstade Würm II-Würm III	climat froid	1,60 à 3,30 m

qui est très proche de celle que laissait supposer l'examen de la courbe du poids du résidu.

Des datations (14C) ont pu être réalisées à trois niveaux le long de cette coupe et les résultats sont les suivants :

de 0,70 à 0,90 : 20 700 $\pm$ 500 ans

de 1,60 à 1,80 : 30 900 $\pm$ 1300 ans

de 2,70 à 2,90 : $>$ - 40 000 ans

La succession obtenue est donc très cohérente. Toutefois par rapport à la datation réalisée dans la coupe-type, il semble que l'on ait au moins à la base de cette section un léger vieillissement artificiel du dépôt, de l'ordre de 5000 ans environ, qui pourrait s'expliquer par un apport de carbonates détritiques fins plus important que dans la coupe-type.

5 1.2 3. CAROTTE CH C. 6924

Cette section située à l'W de la coupe-type s'est révèlée un peu plus délicate à interpréter sur la seule base du poids du résidu de lavage. Les essais de corrélation réalisés sont donnés sur la fig. 12.

On peut noter que les dépôts supérieurs au Würm III sont réduits. L'Holocène en particulier est incomplet à sa partie supérieure. Le Würm III est assez comparable à celui de la coupe-type.

L'interstade sous-jacent (Würm II-Würm III) est ensuite plus difficile à définir. Les dépôts à faible poids de résidu situés entre 1,60 et 2,20 m seraient l'équivalent de ceux compris entre 1,55 et 3,00 m dans la coupe-type ; ceci dénote une sensible diminution d'épaisseur. La limite inférieure de cet interstade n'apparait pas nettement par comparaison des courbes.

En revanche, la portion de courbe comprise entre 4,90 et 6,30 m est assez parallèle à celle qui se situe entre 6,90 et 7,90 m dans la coupe-type. Cet ensemble matérialise le Würm I. Un poids de résidu très faible (0,05 g) marque alors la limite entre l'interglaciaire Riss-Würm et le Würm I.

En admettant ces corrélations, les dépôts compris entre 6,30 et 7,70 m dans la carotte CH.C. 6924 représenteraient l'interglaciaire Riss-Würm.

Devant ces nombreuses incertitudes et hypothèses, un examen des microfaunes planctoniques a été réalisé, qui conduit aux résultats suivants :

- *de 0 à 0.30 m.* la microfaune planctonique, variée en espèces, présente les caractéristiques habituelles de l'Holocène.

Toutefois à partir de 0,20 m l'association est plus froide sans être arctique.

Cette formation doit vraisemblablement représenter l'ensemble des dépôts compris entre l'Holocène et le Würm III, mais ayant subi un certain nombre de perturbations.

- *de 0,30 à 1,70 m.* l'association est arctique et le climat glaciaire.

- *de 1,70 à 2,80 m.* l'association plus variée comprend essentiellement des espèces subarctiques et transitionnelles parmi lesquelles *Globorotalia scitula* est bien développée.

Cette phase parait représenter l'interstade Würm II-Würm III. De ce fait le glaciaire sus-jacent (0,30-1,70 m) matérialiserait le Würm III.

- *de 2,80 à 4,30 m,* se développe à nouveau une microfaune subarctique limitée en espèces, témoin d'un stade glaciaire : Würm II vraisemblablement.

- *de 4,30 à 4,90 m,* la diversification de l'association faunique est nette mais très passagère. Ce court épisode doit représenter l'interstade Würm I-Würm II, mais il est ici très réduit en épaisseur par rapport aux coupes voisines.

- *de 4,90 à 6,30 m,* l'association subarctique presque monospécifique témoigne du climat glaciaire régnant au Würm I.

- *de 6,30 à 7,50 m,* la microfaune extrêmement diversifiée est tempérée chaude. La présence de *Globigerinoides ruber et G. conglobatus* est particulièrement intéressante. Les caractéristiques microfauniques de cette phase sont comparables à celles observées dans la coupe CH.C. 6931 et attribuées à l'interglaciaire Riss-Würm.

- *de 7,50 à 7,90 m,* l'association est à nouveau essentiellement subarctique. Le climat froid correspondant pourrait donc être celui qui régnait à la fin du Riss.

La coupe résumée s'établit donc ainsi :

Dépôts supérieurs au Würm III	climat tempéré ou tempéré froid	0 à 0,30 m
Würm III	climat arctique	0,30 à 1,70 m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré froid	1,70 à 2,80 m
Würm II	climat arctique	2,80 à 4,30 m
Interstade Würm I-Würm II	climat tenpéré froid	4,30 à 4,90 m
Würm I	climat arctique	4,90 à 6,30 m
Interglaciaire Riss-Würm	climat tempéré chaud	6,30 à 7,50 m
Riss	climat froid	7,50 à 7,90 m

Les résultats des datations au 14 C réalisées à la partie supérieure de cette carotte sont les suivants :

de 0,40 à 0,60 m : 29.280 $\begin{cases} + 1200 \\ - 1000 \end{cases}$ ans.

de 1,10 à 1,30 m : > 42 000 ans

Ils traduiraient un certain vieillissement par rapport aux résultats micropaléontologiques.

Ainsi la coupe CH.C. 6924 montre-t-elle un certain nombre de différences par rapport à la coupe-type et aux successions déjà étudiées sur le Dôme Gascogne.

On y note dans l'ensemble une augmentation de l'épaisseur des dépôts glaciaires

du Würm au détriment de l'épaisseur des interstades et notamment de l'interstade Würm II - Würm III à *Globorotalia scitula.*

En revanche, l'interglaciaire Riss-Würm est tout à fait comparable à celui qui a été précédemment défini dans la carrote CH.C. 6931, les associations fauniques recueillis étant pratiquement identiques dans les deux sections.

5. 1.2.4. CAROTTE CH.C. 6930

Il a paru possible de replacer dans la série stratigraphique au moyen de la courbe du poids de résidu (fig. 12) certains des éléments quelques peu perturbés de la carotte CH.C. 6930.

La partie supérieure du tubage était vide et il semble d'après la courbe des poids que l'Holocène n'ait pas été prélevé.

Les premiers niveaux recueillis appartiendraient au Würm III immédiatement suivi par l'interstade Würm II - Würm III dit à *Globorotalia scitula* et marqué par un faible poids de résidu.

La base du Würm II est marquée comme dans les coupes CH.C. 6928 et 6929 par un niveau à résidu abondant (6,30 m).

Les horizons inférieurs sont supposés appartenir à l'interstade sous-jacent Würm I - Würm II et au Würm I.

L'examen des microfaunes planctoniques confirme dans l'ensemble les interprétations qui précédent depuis le toit de la carotte jusqu'à 6,80 m (Interstade Würm I-Würm II). Il n'existe pas d'échantillons entre 6,80 et 8,00m. Au delà, les courbes de poids obtenues sont difficilement comparables à celles de la coupe-type.

La présence d'un dépôt à microfaune tempérée chaude à *Globigerinoïdes conglobatus* entre 8,00 m et 8,20 m, suivi d'un long ensemble à microfaune arctique, laisse supposer un âge équivalent à l'interglaciaire Riss-Würm pour le premier, au Riss pour le second.

Dans cette hypothèse, la succession reconnaissable dans la carotte CH.C. 6930 ne serait pas complète, mais pour des causes techniques.

L'absence des dépôts postérieurs au Würm III est vraisemblablement accidentelle dans cette carotte . C'est la raison pour laquelle nous n'avons pas tenu compte de cette carotte lors de l'établissement de la carte des zones érodées du Dôme Gascogne (fig. 9).

5.1.3. ZONE DU DOME GASCOGNE SANS SEDIMENTATION ACTUELLE

Il s'agit là de deux secteurs situés :

- l'un à l'W du Dôme Gascogne et où est implantée la carotte CH.C. 6922,
- l'autre à l'E - N.E. défini par la carotte CH.C. 6933.

Il convient donc par l'examen de ces carottes d'essayer de définir l'importance des lacunes observées et la raison des modifications par rapport aux coupes-types.

5.1.3.1. CAROTTE CH.C. 6922

Longue de 6,80 m, elle présente une constance certaine en ce qui concerne le poids du résidu du sédiment le long de la coupe : celui -ci est pratiquement à tous les niveaux de 0,10g, sauf au niveau où le pic observé est dû à des éléments pyriteux.(fig. 13, 2b).

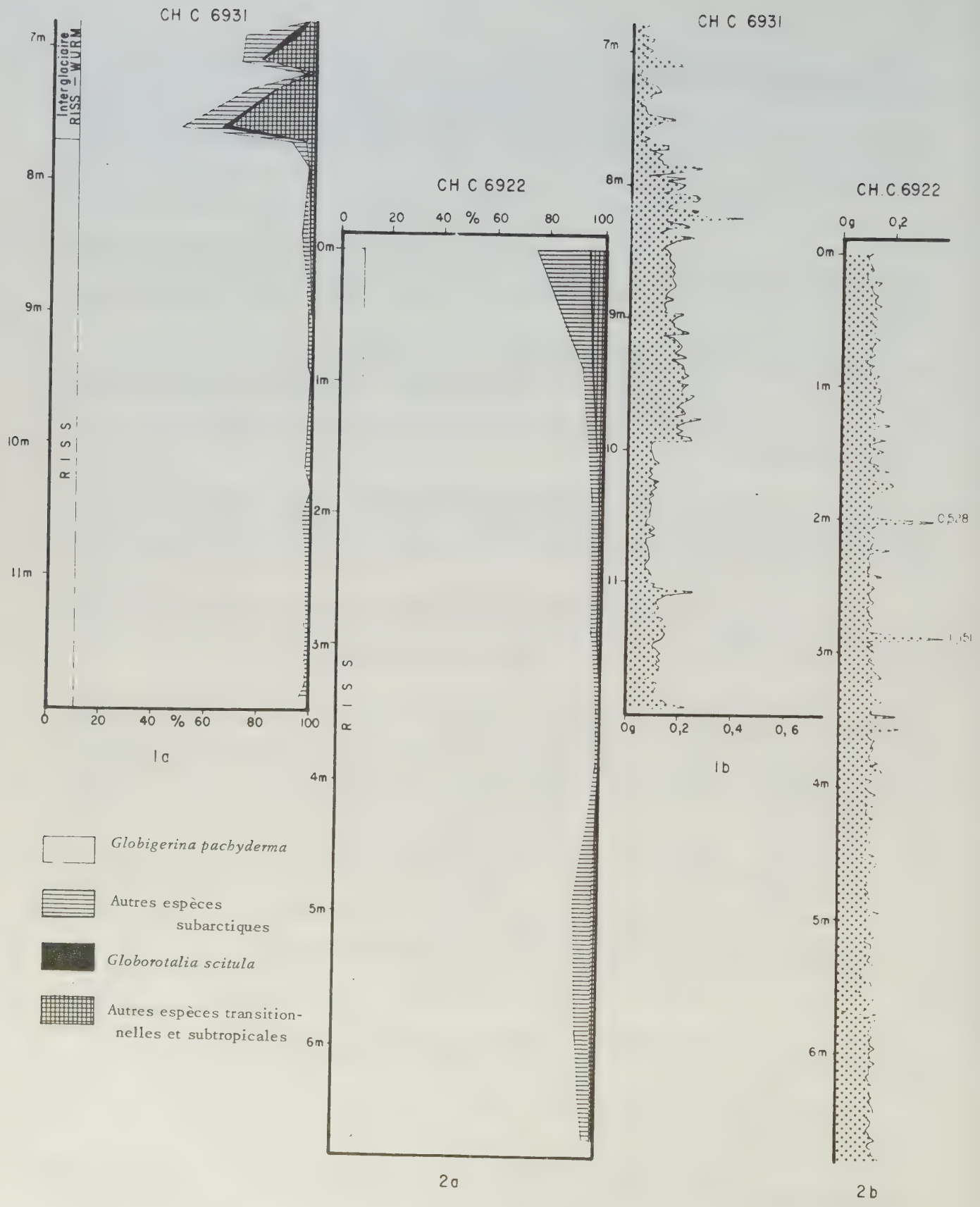


Fig . 13 : Résultats comparés de l'étude des carottes CH.C.6922 et CH.C.6931 (base).

De plus, la microfaune planctonique existant à tous les niveaux est assez pauvre en individus. Dès le niveau de surface, elle a des caractéristiques de microfaune tempérée froide puisque 95% de l'association sont subarctiques. Seule l'espèce transitionnelle *Globorotalia inflata* est encore présente.

Au-dessous, et tout le long de la carotte, la microfaune est arctique : le climat correspondant devant être pratiquement glaciaire. L'épaisseur des niveaux glaciaires est d'au moins 5 m. (pl. X, fig. 1).

A la base, s'observe une très légère modification de l'association faunique, les *G. pachyderma* présentent quelques individus dextres (environ 10%) et quelques *Globigerinita glutinata* réapparaissent. Le climat correspondant reste cependant froid.

Ainsi, cette carotte située sur le flanc W du Dôme Gascogne parait être, du point de vue micropaléontologique, très différente des coupes précédemment étudiées. Le long stade glaciaire ne parait pas avoir d'équivalent dans la coupe-type. En revanche, il présente de ressemblances avec les dépôts attribués au Riss dans la carotte CH.C. 6931 : assez faible poids du résidu de lavage, microfaune dénotant un climat arctique, homogénéité de l'ensemble des caractéristiques le long de la coupe.

La comparaison de la carotte CH.C. 6922 avec la base de la carotte CH.C. 6931 conduit (fig. 13) à considérer l'ensemble des dépôts de la carotte CH.C. 6922 comme appartenant au Riss ; seuls les niveaux très supérieurs, moins froids, pourraient représenter la base de l'interglaciaire Riss-Würm.

En admettant ces hypothèses, il apparait que la lacune révélée par l'étude de la carotte CH.C. 6922 est très importante puisqu'elle intéresse la majeure partie de l'interglaciaire Riss-Würm, toute la glaciation du Würm et l'Holocène.

L'épaisseur des dépôts absents peut être estimée à 8 m environ.

L'hypothèse d'une cause tectonique récente peut être envisagée pour expliquer cette lacune ; les phénomènes de simple érosion locale ou de passages de turbidites qui seront évoqués ultérieurement dans le domaine des canyons, paraissent peu vraisemblables dans ce secteur occidental du Dôme.

5.1.3.2 CAROTTE CH.C 6933

Les résultats auxquels conduit l'étude de cette coupe sont très différents de ceux donnés par les autres sections implantées sur le Dôme Gascogne.

En premier lieu, la courbe du poids du résidu de lavage (fig. 14) n'est absolument pas comparable à celle obtenue pour la coupe-type par exemple. Elle est irrégulière et montre des pics fréquents qui traduisent la présence d'un dépôt détritique important (souvent 1 g, parfois 2 à 3 g). L'observation du résidu des niveaux correspondants montre en effet une forte proportion d'éléments sableux ainsi que la présence d'une microfaune de Foraminifères benthiques en partie déplacée car originaire du plateau continental.

Ces conditions sont très peu favorables à l'étude de la microfaune planctonique et à la reconnaissance d'une zonation.

Les résultats obtenus le prouvent amplement. L'examen des courbes représentant le pourcentage des individus dextres et senestres de *Globigerina pachyderma* et de celles donnant le pourcentage relatif de chaque espèce montre que, le long de cette coupe, se succèdent des climats alternativement tempérés et froids.

Les formations de climat tempéré se situent : de 0,20 à 0,90 m, de 1,70 à 2,70 m,

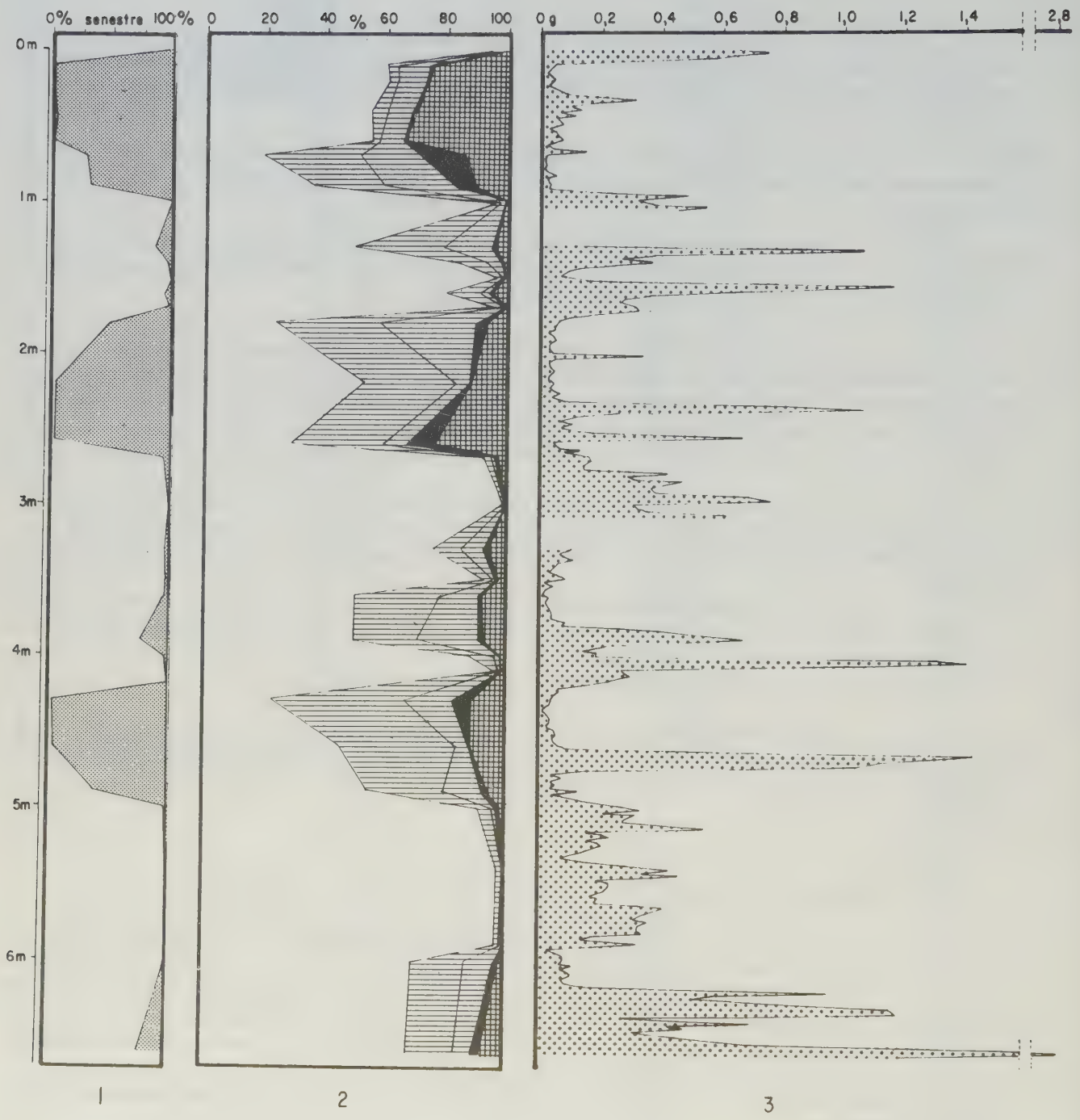


Fig . 14 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C.6933.

1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

3 : Poids du résidu de lavage (supérieur à 100μ)

de 4,20 à 5,00 m et de 5,90 m à la base. Elles sont caractérisées par :

- des *Globigerina pachyderma* dextres (plus de 95%).
- une microfaune constituée d'espèces subarctiques, transitionnelles et subtropicales dans des proportions proches de celles qui marquent les dépôts holocènes pour l'ensemble compris entre 0,20 à 0,90 m, plus pauvre en espèces subtropicales pour les ensembles inférieurs.
- des faibles passées d'éléments détritiques.

Les dépôts de climat froid, voire arctique se localisent : à la partie supérieure de 0 à 0,10 m, puis entre 0,90 et 1,70 m, 2,70 et 4,20 m, 5,00 et 5,90 m. Ils sont déterminés par .

- des *Globigerina pachyderma* senestres (plus de 90%).
- une association microfaunique uniquement subarctique.
- des passées sableuses fréquentes et importantes.

Il semble que les dépôts susceptibles d'être en place, sont caractérisés par une microfaune tempérée puisque les apports détritiques y sont moindres.

Il est possible alors de supposer que ces dépôts représentent une partie de l'Holocène ; en effet, c'est seulement dans l'Holocène ou dans l'interglaciaire Riss-Würm qu'il a été donné d'observer un pourcentage supérieur à 95% d'individus dextres de *G. pachyderma*. Une datation réalisée entre 0,10 et 0,30 m donne un âge de 9680 $\left\{ {}^{+}_{-}\right.$ 170 ans, pouvant s'accorder avec ces hypothèses.

La succession stratigraphique normale est interrompue à diverses reprises par des apports détritiques marqués par un contenu faunique différent et non en place, issus de la pente ou de la plate-forme continentale située plus à l'E.

Ainsi, il apparait que le secteur oriental du Dôme Gascogne où est implantée la carotte CH.C. 6933, est un lieu d'accumulation de matériaux détritiques arrivant rythmiquement et interrompant la succession stratigraphique normale.

Le sommet de la carotte correspondrait donc à un matériaux ancien repris et déposé à nouveau dans ce secteur du Dôme Gascogne.

5.1.4. CONCLUSION A L'ETUDE DU DOME GASCOGNE

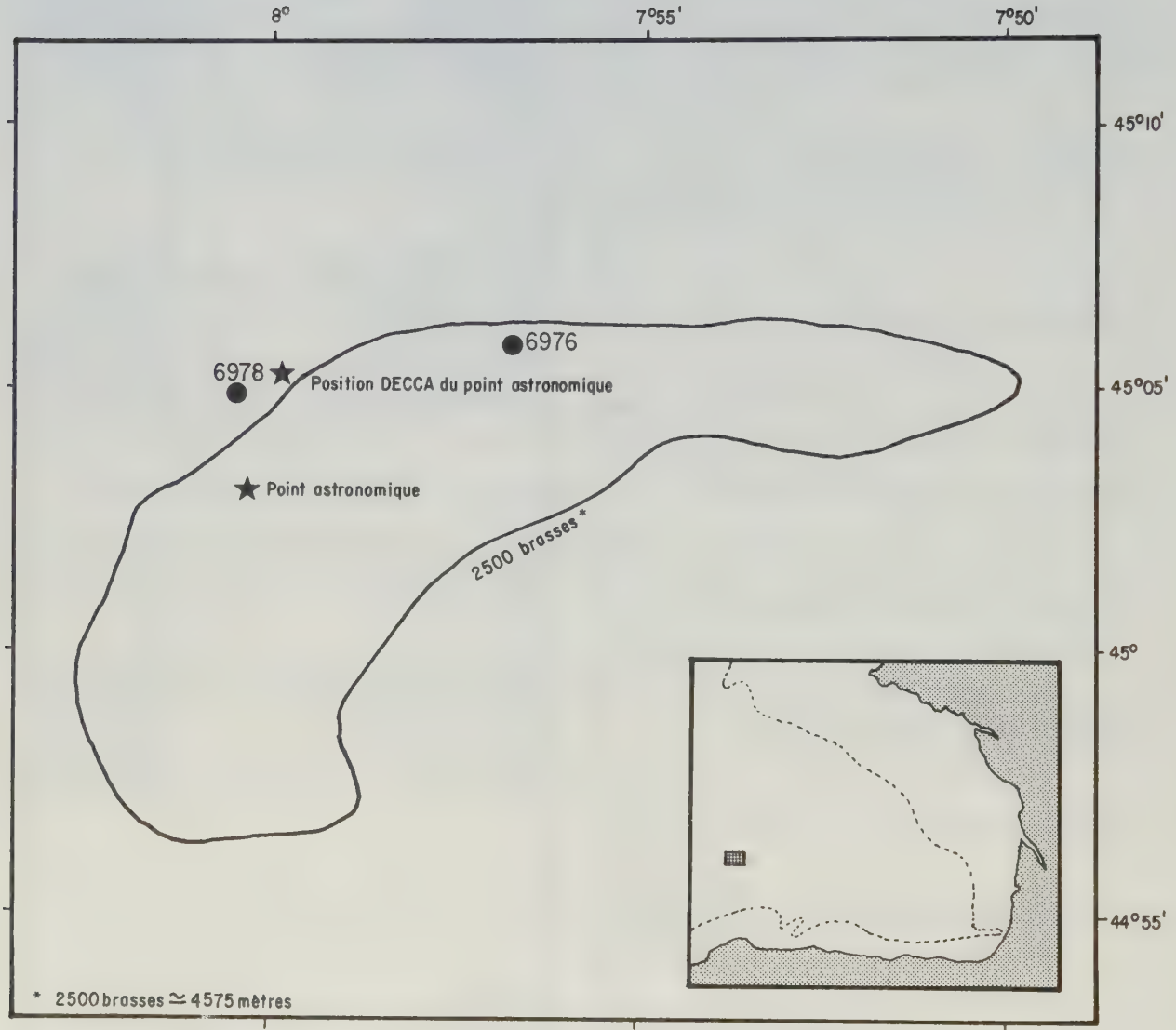
Les résultats de l'étude des carottes implantées dans cette région conduisent à reconnaitre d'W en E trois domaines distincts :

- à l'W, le secteur est marqué par des lacunes stratigraphiques importantes couvrant tout le Würm et les dépôts plus récents. Il est permis de supposer que cette lacune est plutôt le résultat d'une érosion récente causée peut être soit par un mouvement tectonique soit par un courant.

- à la partie centrale, la sédimentation pélagique se réalise apparamment sans perturbations puisque les séries sont complètes du Riss à l'Holocène.

- à l'E, l'apport détritique important en provenance des zones hautes de la pente continentale arrivant sous forme turbide perturbe profondément la succession normale des dépôts pélagiques.

Ainsi le Dôme Gascogne, malgré le faible dénivellé qu'il représente sur le fond de la plaine abyssale, parait suffisamment important pour arrêter vers l'W le cheminement des dépôts turbides.



d'aprés Comptes rendus Campagne GestlanteIII, Réf. IFP., 17 147, 1969.

Fig 15 : Situation des carottes prélevées sur le Dôme Cantabria

5.2. LA PLAINE ABYSSALE VERS L'W

Le matériel carotté dans la partie du Golfe de Gascogne située à l'W du Dôme Gascogne est très peu abondant ; les campagnes françaises réalisées dans ce secteur, ont généralement eu un but géophysique et le prélèvement d'échantillons en des points favorables à une étude stratigraphique du Quaternaire, n'était pas l'objectif visé.

De plus, les distances existant entre les points de prélèvements sont considérables, de l'ordre de plusieurs centaines de kilomètres, ce qui rend très hasardeuses d'éventuelles comparaisons avec le domaine oriental et plus encore des essais de corrélations.

Les carottes dont nous disposons dans cette partie de la plaine abyssale se situent dans deux secteurs géographiques distincts :

- le secteur du Dôme Cantabria (fig. 15) situé à environ 200 km à l'E - SE du Dôme Gascogne. Ce sont : les carottes CH.C. 6976 et 6978 prélevées au cours de la campagne Gestlante III du Jean Charcot.

- le secteur de la plaine abyssale situé à environ 250 km au N -NW du Cap Finisterre à l'extrême limite occidentale du Golfe de Gascogne. Il s'agit de la carotte CH.C. 6610 prise lors de la campagne Gestlante I du Jean Charcot.

5.2.1. ETUDE DES CAROTTES PRELEVEES SUR LE DOME CANTABRIA

De nombreuses études d'ordre géophysique et tectonique portent sur le Dôme Cantabria. Parmi les plus récentes peuvent être citées celles de LAUGHTON et BERGGREN (1970) et de MALZAC (1971). Ce dernier définit ainsi ce Dôme : «L'allure générale de cette colline évoque celle d'une dune, les flancs N et W étant nettement plus abrupts que les flancs opposés. Elle présente d'E en W une longueur d'environ 30 milles, et une largeur de l'ordre d'une quinzaine de milles dans la direction N S...»

Les deux carottes citées sont implantées sur le flanc N et NW du Dôme c'est à dire dans la zone où le dénivelé par rapport à la plaine abyssale est maximum. Elles ont conduit à des résultats très différents.

5.2.1.1. CAROTTE CH.C. 6978

Les résultats obtenus ne peuvent être intégrés dans l'étude stratigraphique de la fin du Quaternaire.

En effet, après 0,50 m de dépôt vraisemblablement holocène, la coupe montre un sédiment bréchique composé d'un mélange d'éléments d'âge paléocène et miocène aux caractéristiques minéralogiques particulières (LATOUCHE, 1971). Il s'agit là d'éléments provenant d'affleurements sans doute assez proches.

Ce type de carotte témoignant de la proximité d'un affleurement sous-marin se retrouve par ailleurs dans le Golfe de Gascogne. A propos du canyon des Sables d'Olonne (chapitre 6), l'examen de la carotte CH.C. 6717 conduira à des résultats comparables.

Fondamentaux sur le plan de la connaissance géologique profonde, les renseignements fournis par ces carottes sont inutilisables vis-à-vis de la connaissance du Quarernaire.

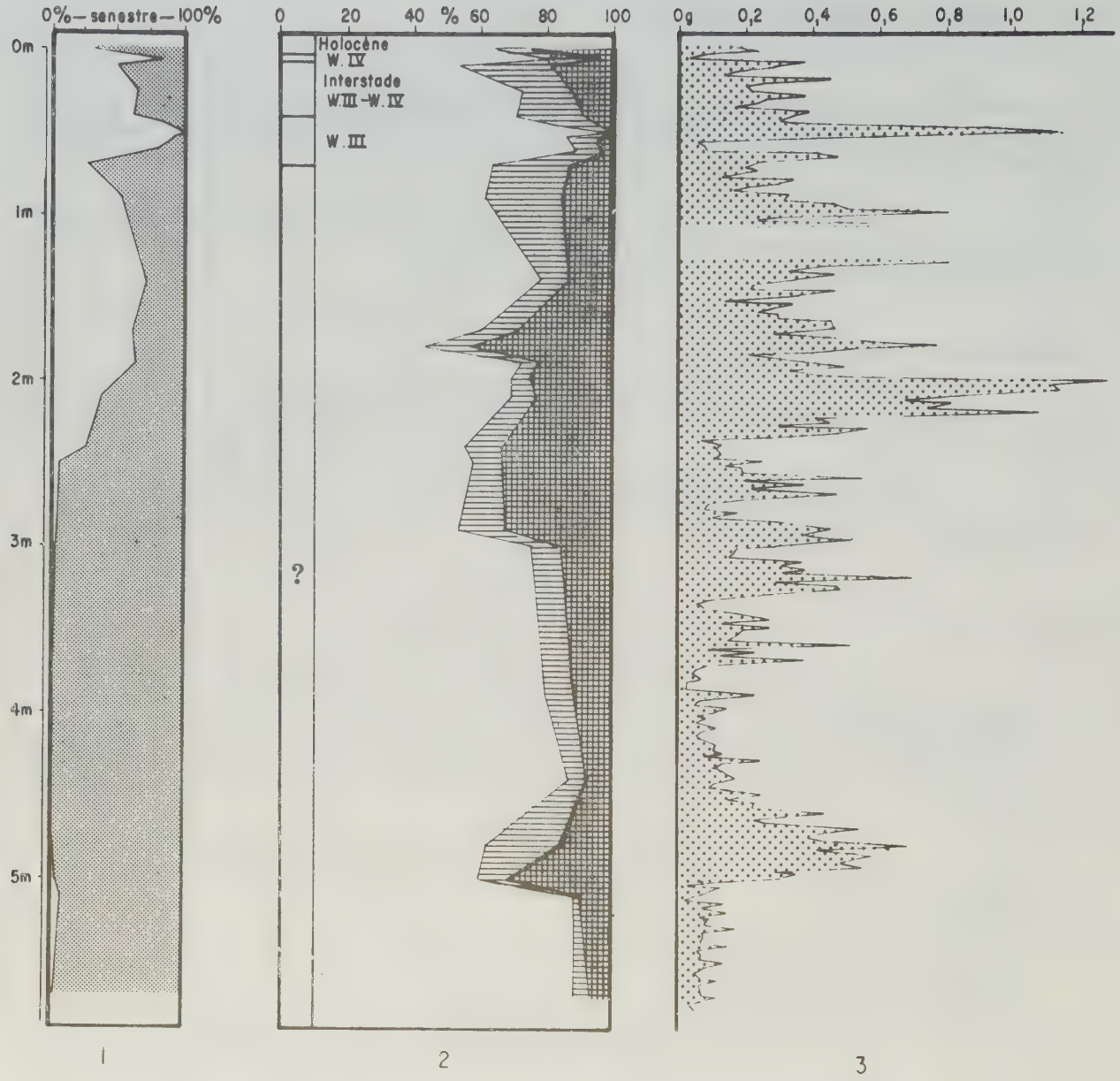


Fig . 16 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6976.

1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

3 : Poids du résidu de lavage (supérieur à 100 µ).

5.2.1.2. CAROTTE CH.C. 6976

Plus intéressante s'est avérée la carotte CH.C. 6976, située sur le flanc N du Dôme Cantabria et qui, sur une longueur de 5,80 m n'a traversé que des dépôts récents.

Le sédiment est essentiellement constitué de vases. Après lavage, le résidu comprend surtout des tests de Foraminifères planctoniques ; leur abondance est telle que le poids du résidu est généralement assez élevé : de l'ordre de 0,4 g. Vers 0,50 m toutefois, le résidu de l'ordre de 1 g est dû à la présence de sables quartzeux mal classés mélés à des individus planctoniques.

La partie supérieure de la carotte (de 0, à 0,80 m) est marquée par des oscillations assez significatives de l'ensemble des courbes illustrant la répartition de la microfaune (fig. 16).

Dans un ensemble témoignant d'un climat tempéré assez proche de celui qui régne dans le Golfe de Gascogne tout en étant un peu plus froid (présence de *Globigerina pachyderma* senestre dans une proportion de 50% environ), s'observe la trace de deux variations climatiques :

- l'une située entre 0,075 et 0,10 m est marquée par une augmentation proportionnelle des espèces subarctiques au détriment des espèces subtropicales. *G. pachyderma* est alors senestre dans une proportion de 85%. Le climat correspondant est froid sans être arctique.
- l'autre, comprise entre 0,42 et 0,55 m, montre la dominance absolue des espèces subarctiques et parmi celles-ci, *Globigerina pachyderma* uniquement senestre constitue 98% de l'association (pl. VII, fig. 2). Ces caractéristiques sont celles d'une microfaune ayant vécue sous un climat arctique.

Il semble, en l'absence d'autres informations, que l'on puisse interpréter cette partie supérieure de la carotte CH.C. 6976 de la manière suivante :

- *de 0 à 0.075 m.* le dépôt représente une très faible partie de l'Holocène, sans doute les niveaux inférieurs. L'Holocène vraisemblablement peu épais dans ce secteur n'a peut-être pas été prélevé intégralement.

- *de 0,075 à 0,10 m.* se situe alors le Würm IV, très brièvement matérialisé.

- *de 0,10 à 0,42 m,* l'interstade Würm III-Würm IV témoigne d'un climat tempéré un peu plus frais que le climat actuel.

- *de 0,42 à 0,55 m,* se manifeste le Würm III. Malgré la faible épaisseur du dépôt correspondant, les caractéristiques de ce stade glaciaire sont ici très nettes et parfaitement comparables avec celles du même stade connues par ailleurs : la présence pratiquement exclusive de *G. pachyderma* senestre, l'absence de tout autre élément faunique, la nature et l'hétérométrie particulière des sables quartzeux (toujours dans la fraction supérieure à 100%).

- *au-dessous.* l'ensemble des dépôts compris entre 0,55 et 5,30 m ne révéle d'après l'examen microfaunique que des variations mineures des associations ne laissant jamais supposer la trace d'un autre stade glaciaire.

L'association, dans l'ensemble, varie peu. *Globigerina pachyderma* en constitue 60% ; elle est plutôt senestre (60 %) de 0,55 à 2,00 m, dextre au dessous (100% à partir de 2,50 m). Parmi les autres espèces présentes, *Globorotalia inflata* est abondante (10 à 35%). Les espèces subtropicales forment 3 à 10% de l'association. Quelques espèces rares ou inconnues dans la partie orientale du Golfe de Gascogne sont ici sporadiquement représentées : ce sont *Globigerinoïdes conglobatus* trouvé dans l'interglaciaire Riss - Würm et *Sphaeroïdinella dehiscens* inconnue vers l'E au cours du Würm.

En l'absence de prélèvement intermédiaire entre la coupe-type CH.C. 6928 et cette carotte, il parait très difficile d'interpréter valablement la base de cette coupe.

On peut supposer, étant donné le caractère essentiellement pélagique du sédiment que le taux de sédimentation au cours du Würm est resté faible dans ce secteur.

En conséquence, il apparaitrait que ni le Würm II, ni peut-être le Würm I ne se sont matérialisés d'une manière tangible dans les dépôts traversés.

Dans cette hypothèse, sous le Würm III bien caractérisé, se situerait un long interstade couvrant plusieurs des unités climatiques que l'on distingue dans les successions stratigraphiques plus orientales.

5.2.2. ETUDE DE LA CAROTTE CH.C. 6610

Ce prélèvement est situé dans la plaine abyssale un peu au S des Montagnes de Biscaye. Malheureusement, sa faible longueur (1,10 m) et la distance importante qui le sépare du prélèvement le plus proche (200 km du Dôme Cantabria) limitent beaucoup son interprétation et par suite son intérêt.

L'association microfaunique recueillie est constituée d'espèces subarctiques transitionnelles et subtropicales dans des proportions voisines de celles que l'on trouve actuellement à la même latitude. Par rapport aux microfaunes du Golfe de Gascogne, une influence un peu plus chaude est décelable par la présence de quelques *Globigerinoïdes conglobatus* et par le développement des *Globigerinella aequilateralis forma typica.*

Toutefois, si cette microfaune est dans l'ensemble assez typique d'un dépôt holocène, elle est loin d'être uniformément représentée le long des 1,10 m recueillis. A certains niveaux, notamment à 0,40 m et entre 0,65 et 1,05 m, la microfaune de Foraminifères planctoniques et benthiques est totalement absente. Dans ces niveaux, le seul résidu observé à partir de 10 g de sédiment brut est formé de quelques batonnets de pyrite.

Etant donné la profondeur de prélèvement (4870 m), on pourrait supposer que les phénomènes de dissolution ont joué. Il est peu vraisemblable que la dissolution ait pu être totale en ce qui concerne les Foraminifères dans ces niveaux et soit très peu sensible dans les horizons sus et sous-jacents. D'autre part, l'analyse lithologique détaillée ne montre pas dans ces niveaux de variations quantitatives du CO_3Ca d'une taille inférieure à 50μ par rapport aux autres niveaux.

L'absence totale de Foraminifères dans certains horizons de cette carotte intercalés dans un dépôt tempéré d'âge vraisemblablement holocène est peu explicable actuellement et constitue un exemple unique dans le Golfe de Gascogne.

L'étude des quelques prélèvements effectués dans le secteur occidental du Golfe de Gascogne conduit à émettre les remarques suivantes :

- la microfaune recueillie est enrichie par rapport à celle du Golfe oriental de quelques espèces subtropicales témoignant d'une légère influence plus chaude.
- la succession stratigraphique établie plus à l'E n'a pu être retrouvée qu'en ce qui concerne les dépôts terminaux du Würm : du Würm III à l'Holocène. Au dessous, il ne semble pas que les variations climatiques aient été suffisamment marquées pour que les associations fauniques planctoniques soient modifiées d'une manière tangible . Ainsi le Würm II aux caractéristiques climatiques irrégulières dans la coupe-type ne parait pas s'être matérialisé dans ce secteur occidental du Golfe.

5.3. LA PLAINE ABYSSALE VERS L'E

Entre le Dôme Gascogne et la base du talus continental s'étend vers le NW et vers le SE, une partie de la plaine abyssale, comparable à une sorte de couloir entre deux domaines tectoniquement distincts.

Quelques carottes, trop rares malheureusement, ont été prélevées dans cette zone. Ce sont à l'E du Dôme Gascogne les carottes CH.C. 6609,6714. La carotte CH.C. 6714, bien qu'implantée dans la plaine abyssale, sera étudiée dans ce chapitre relatif au canyon des Sables d'Olonne, car elle présente la particularité de se situer dans l'axe de ce canyon.

CAROTTE CH.C. 6609

Longue de 7,40 m peut être aisément comparée à la coupe-type La succession des microfaunes planctoniques a permis de définir les ensembles suivants (fig. 17) :

- *de 0 à 0.35 m.* la microfaune planctonique est abondante, variée : elle présente un net pourcentage d'espèces transitionnelles et subtropicales (40% à certains niveaux) avec notamment *Globorotalia inflata* et *Globigerinoïdes ruber*. Les espèces subarctiques sont constituées par 40% de *Globigerina pachyderma* dont tous les représentants sont dextres, par 10 à 15% de *Globigerina bulloïdes* et par quelques *G quinqueloba*. Le climat caractérisant les dépôts ayant livré cette microfaune est tempéré, comparable au climat actuel.

- *de 0.35 à 0.45 m.* la microfaune est constituée très différemment puisque l'espèce largement dominante est *Globigerina pachyderma* à enroulement senestre associée à des *G.quinqueloba* et quelques rares autres formes. Il s'agit d'un court épisode marqué par un climat très froid.

- *de 0.45 à 0.65 m.* l'association faunique est à nouveau proche de celle existant au sommet de la coupe. Toutefois le sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma* n'est plus exclusivement dextre : le nombre des individus senestres augmente progressivement entre 0,45 et 0,65 m. Le climat correspondant est tempéré mais parait légèrement plus frais que celui des horizons supérieurs de la carotte.

- *de 0.65 à 2.90 m.* l'association faunique est pratiquement réduite à la seule espèce *Globigerina pachyderma* sous sa forme senestre. Les quelques rares espèces subarctiques associées par endroits ne constituent pas plus de 5% de l'ensemble faunique planctonique.
Ces caractéristiques sont celles d'un dépôt réalisé sous des conditions climatiques glaciaires. Ces conditions se sont maintenues tout au long des 2,70 m qui constituent cette période.

- *de 2.90 m à la base.* la microfaune est à nouveau plus diversifiée. Toutefois, les espèces subarctiques sont dominantes. Parmi les espèces transitionnelles et subtropicales, *Globorotalia scitula* est très abondante ; à un degré moindre *Globigerinita glutinata* et *Globorotalia inflata* sont assez bien représentées.
Globigerina pachyderma existe sous les deux formes dextre et senestre dans une proportion de 50% de formes senestres en moyenne.
Les dépôts correspondants se sont constitués sous un climat tempéré froid.

En résumé, le long de la carotte CH.C. 6609, se succèdent des variations climatiques nettes. L'amplitude de ces variations comparées avec celles de la coupe-type conduisent à définir la suc-

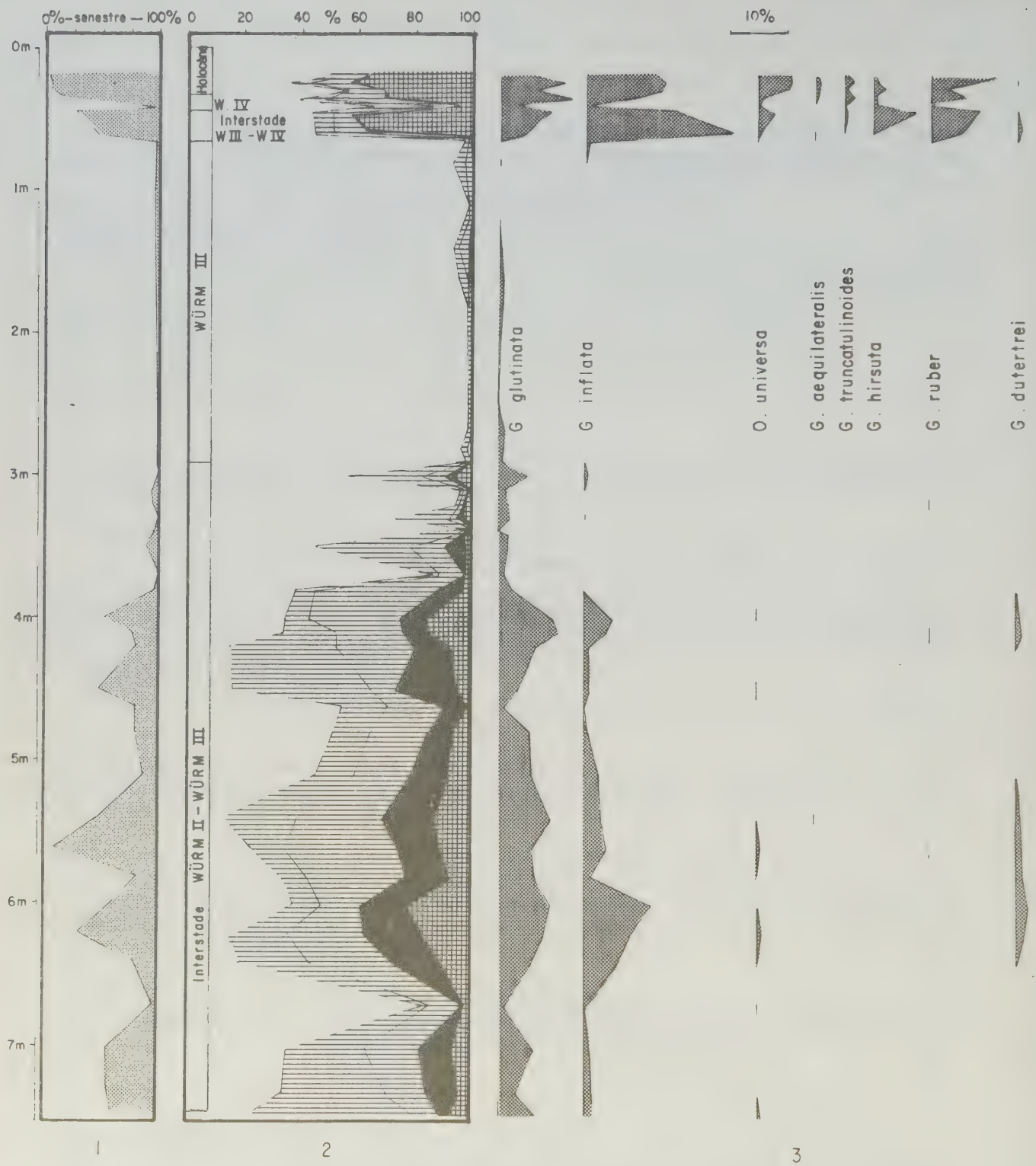


Fig . 17 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6609 .

1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

3 : Variation de fréquence des espèces transitionnelles et subtropicales

cession stratigraphique suivante :

Holocène	climat tempéré	0, à 0,35 m
Würm IV	climat froid	0,35 à 0,45 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré froid	0,45 à 0,65 m
Würm III	climat arctique	0,65 à 2,90 m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré froid	2,90 à 7,40 m

Dans cette carotte, s'observe donc une très forte augmentation de l'épaisseur des dépôts matérialisant le Würm III et l'interstade sous-jacent (d'autant plus que sa base n'a pas été atteinte) par rapport à la coupe-type.

CHAPITRE 6

LE QUATERNAIRE SUR LE TALUS ET SUR LA PLATE-FORME CONTINENTALE

A partir de-3500 m, la pente continentale s'élève plus ou moins régulièrement au dessus de la plaine abyssale, pour atteindre en son sommet, une côte voisine de -200m, au-delà de laquelle se développe vers l'E le plateau continental.

Deux domaines topographiques s'individualisent, dans lesquels il est intéressant d'examiner les caractéristiques de la microfaune planctonique. Cette étude peut être conduite sur les successions verticales dont on dispose sur la pente continentale, et sur des échantillons dragués prélevés sur la plate-forme.

6.1. LE QUATERNAIRE SUR LA PENTE CONTINENTALE

6.1.1. GENERALITES

Cette pente continentale est un domaine très tourmenté, marqué du NW au SE par une succession de canyons extrêmement nombreux et divers. Entre les canyons, se situent par endroit des zones à pente plus douce et plus régulière au niveau desquelles la sédimentation récente a pu se réaliser en partie à l'abri des passages de dépôts turbides qui empruntent préférentiellement les axes de canyons.

Des carottes ont été prélevées :

- d'une part, dans des secteurs du talus marqués par une pente douce (fig. 1). Ce sont :
  - au NE du Dôme Gascogne la carotte CH.C. 6709,
  - au SE la carotte CREO 6408 située à l'W du Canyon du Cap-Ferret et les carottes CREO 6501 et CH.C. 6603 qui se situent dans le domaine à topographie particulière qui s'étend du S du canyon du Cap-Ferret au N de celui de Cap-Breton.

- d'autre part, dans des zones de canyons qui sont du NW au SE :
  - le canyon Gascogne I (fig. 19),
  - le canyon des Sables d'Olonne (fig. 29),
  - le canyon de Santander (fig. 33),
  - le canyon (Gouf) de Cap-Breton (fig. 35),

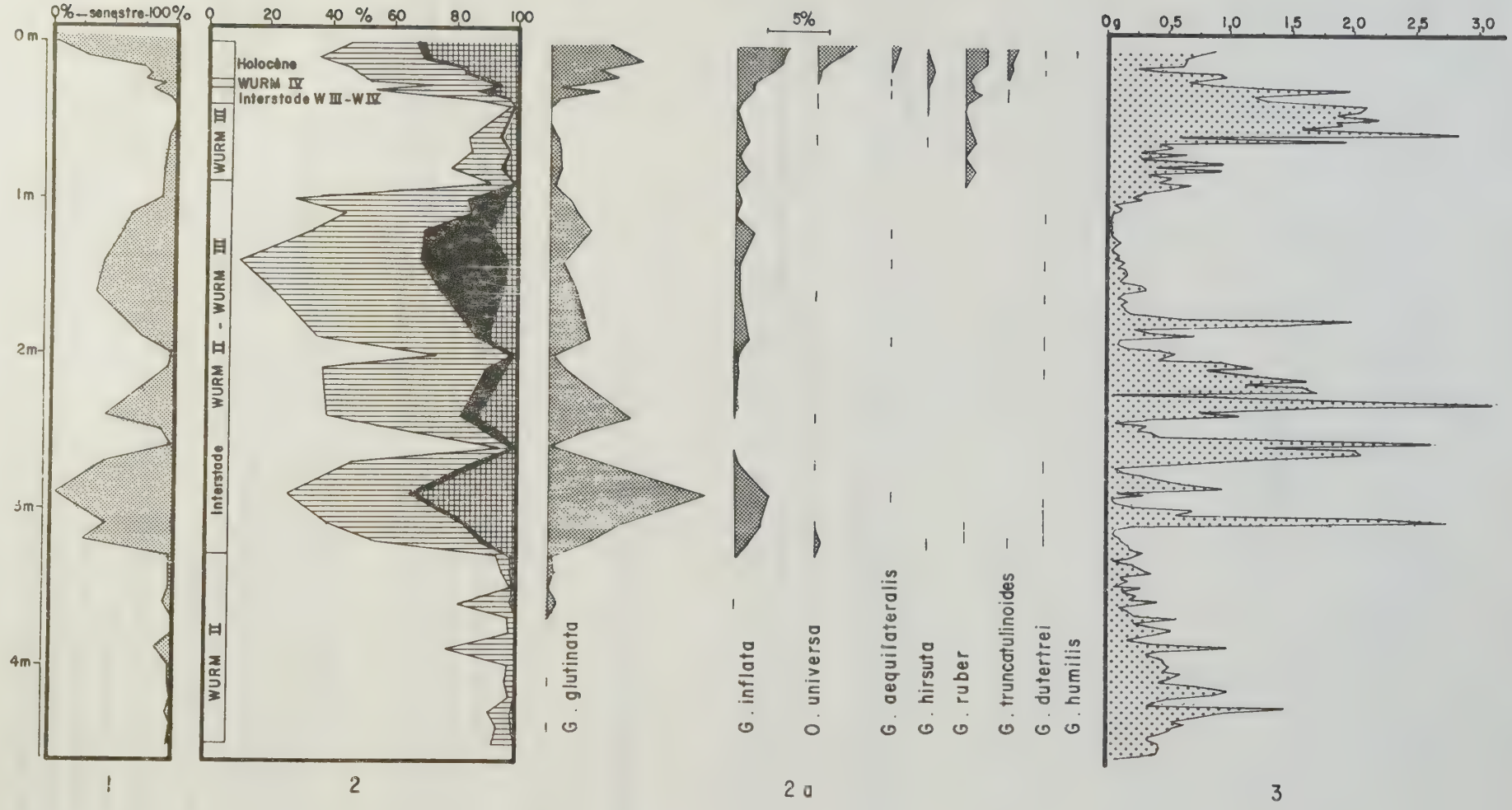


Fig . 18 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C.6709.

1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma* .

2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

Globigerina pachyderma — Autres espèces subarctiques

Globorotalia scitula — Autres espèces transitionnelles et subtropicales

2a : Variation de fréquence des espèces transitionnelles et subtropicales

3 : Poids du résidu de lavage (supérieur à 100μ) .

6.1.2. ETUDE DES CAROTTES IMPLANTEES DANS DES SECTEURS OU LA PENTE CONTINENTALE EST FAIBLE

Les coupes dont l'implantation répond aux conditions qui précédent se sont avérées intéressantes par le fait que les sédiments qui les composent sont peu perturbés par des apports d'éléments détritiques.

Carotte CH.C. 6709

Malgré la faible épaisseur de sédiments recueillis (4,60 m), la carotte CH.C. 6709 implantée à mi-pente (1970 m) a atteint des dépôts quaternaires assez anciens qui ont fait l'objet d'une étude antérieure (CARALP, 1970). La succession schématique (fig. 18) est la suivante :

- *à la partie supérieure, de 0 à 0.40 m.* les Foraminifères planctoniques sont variés. Les espèces subarctiques, transitionnelles et subtropicales sont bien représentées. Les premières constituent de 20 à 35% de l'ensemble faunique, les deuxièmes de 15 à 30 %.

Dans le détail cependant, les courbes obtenues ne sont pas homogènes. A la profondeur de 0,275 m, l'ensemble de la microfaune planctonique est marqué par une augmentation sensible du pourcentage des espèces arctiques et subarctiques. Les pics localisés peuvent être interprétés comme la matérialisation d'un refroidissement très temporaire au cours d'une période à climat tempéré. Il semble que ce changement climatique puisse représenter le Würm IV ; ce stade glaciaire serait alors entouré à la partie supérieure par un Holocène peut-être incomplet, à la partie inférieure par l'interstade Würm III-Würm IV très peu épais dans cette carotte.

- *au-dessous, de 0,40 à 0,90 m.* seules quelques espèces subsistent, mais sont largement dominées par les *Globigerina pachyderma* senestres (plus de 90 %). Il s'agit là d'un stade arctique qui représente le Würm III.

- *puis, de 0.90 à 3,30 m,* l'association faunique est à nouveau variée. Toutefois, par rapport à l'épisode sommital, les espèces subtropicales sont moins bien représentées au bénéfice des espèces subarctiques. Dans l'ensemble, cette période est tempérée froide. L'examen du sens d'enroulement des *Globigerina pachyderma* donne une valeur moyenne de 50% de formes senestres ; mais localement des pourcentages de 90 à 100% de formes senestres sont observés conjointement à une diminution sensible du pourcentage des espèces subtropicales (par exemple à 2 m et 2,60 m).

L'espèce *Globorotalia scitula* dont les pourcentages relatifs ne dépassent pas 3% lors des deux premiers épisodes, présente ici un développement important, constituant plus de 20% de l'association faunique. Cette observation a pu être faite dans plusieurs coupes (la coupe-type notamment), au cours des dépôts matérialisant l'interstade Würm II-Würm III.

- *enfin, de 3,30 à la base.* *Globigerina pachyderma* senestre est à nouveau dominante (95 à 100 %). L'association faunique est très réduite en espèces ; seule *G. quinqueloba* persiste avec un pourcentage pouvant atteindre 15%. Ces caractéristiques fauniques conduisent à considérer ces dépôts arctiques comme la matérialisation du stade glaciaire Würm II.

La coupe s'établit donc ainsi :

Holocène	climat tempéré	0 à 0,25 m
Würm IV	climat froid	0,25 à 0,30 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré froid	0,30 à 0,40 m
Würm III	climat arctique	0,40 à 0,90 m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré froid	0,90 à 3,30 m
Würm II	climat arctique	3,30 à 4,60 m

Remarques:

La comparaison de ces résultats (fig. 18) avec ceux donnés par la coupe-type (fig. 3) montre un parallélisme dans le sens des variations climatiques successives. Il est cependant intéressant de noter deux faits particuliers à cette carotte CH.C. 6709 :

- Le Würm IV est représenté par une très faible épaisseur des dépôts. Les modifications indiquées à ce niveau par les associations fauniques sont extrêmement fugaces.

- Le Würm II est beaucoup mieux caractérisé que dans la coupe-type CH.C. 6928. Sa limite supérieure, la seule connue est nette. Le changement de l'association faunique est profond et brusque à 3,30 m, De plus, le long des 1,30 m qui illustrent ce Würm II, la microfaune reste constamment arctique et homogène ; il n'en est pas de même dans la coupe-type ou certaines oscillations marquent ce stade glaciaire.

Cette nette individualisation du Würm II est un fait important sur lequel il conviendra de revenir.

Carotte CREO 6408

C'est la première section qui a livré en Atlantique N-oriental une succession d'associations fauniques planctoniques interprétée en fonction des variations climatiques (CARALP, 1967). Un bref rappel des résultats acquis est donné en signalant toutefois que les méthodes d'études ont été largement perfectionnées depuis cette première étude ; aussi les pourcentages ne doivent-ils pas être pris d'une manière rigoureuse. Seules, les grandes lignes de l'analyse sont à comparer aux résultats obtenus depuis.

Cette carotte longue de 1,60 m a montré :

- de 0 à 0.45 m. un assemblage faunique varié qui comprend des espèces subarctiques, transitionnelles et subtropicales en pourcentages à peu prés égaux. *Globigerina pachyderma* représente 30 à 40% de l'association, son sens d'enroulement est :

- dextre (90%) au sommet de 0 à 0,10 m
- senestre (80%) de 0,10 à 0,20 m
- en partie égale de 0,20 à 0,35 m
- senestre jusqu'à 0,45 m.

Le climat correspondant est tempéré dans l'ensemble, mais un refroidissement temporaire matérialisé entre 0,10 et 0,20 m peut être mis en évidence.

- de 0.45 à 1,15 m. la microfaune est constituée uniquement d'espèces subarctiques. *Globigerina pachyderma* est l'espèce largement dominante exclusivement représentée par la forme se-

nestre. De rares *G. bulloïdes* et *G. quinqueloba* complètent l'association.

Le climat correspondant est arctique.

- *de 1,15 à 1,60 m.* l'association faunique est illustrée par des espèces subarctiques et par une proportion importante d'espèces subtropicales. *Globigerina pachyderma* est représentée par des individus dextres en majorité.

Les conditions climatiques ayant régi ces dépôts sont donc à nouveau tempérées.

L'Holocène parait être matérialisé par les horizons tout à fait supérieurs de la carotte (0 à 0,10 m) et il est probable qu'il n'a pas été prélevé en totalité ou bien qu'il y a un non-dépôt actuel dans la zone correspondante. Le court épisode froid sous-jacent est alors le Würm IV, assez mal différencié ici.

Le long ensemble glaciaire (0,45 à 1,15 m) caractérise bien le Würm III tant par la qualité de sa microfaune que par l'épaisseur des dépôts qui le caractérisent.

Au-dessous, seule la partie supérieure de l'interstade Würm II-Würm III est connu.

Cette carotte se résume donc ainsi :

Holocène	climat tempéré	0 à 0,10 m
Würm IV	climat froid	0,10 à 0,20 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré	0,20 à 0,45 m
Würm III	climat arctique	0,45 à 1,15 m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré	1,15 à 1,60 m

Carotte CREO 6501

Longue de 5,90 m, elle a fait l'objet en 1968 (CARALP) d'une interprétation climatique qui paraissait logique à l'époque, étant donné le peu d'informations connues alors sur la stratigraphie du Quaternaire terminal dans le Golfe de Gascogne.

Actuellement, les résultats acquis sur le Dôme Gascogne conduisent à revoir cette interprétation et à la modifier en ce qui concerne les niveaux inférieurs.

Au-dessous d'un «post-glaciaire» assez mal défini et d'un glaciaire très net attribuable au Würm III, se situe en effet dans cette carotte un long ensemble (1,45 à 5,90 m) précédemment décrit et attribué alors en totalité à un interstade témoignant d'une certaine irrégularité dans la représentation des associations fauniques.

En tenant compte de la stratigraphie établie sur le Dôme Gascogne, et en comparant les successions obtenues dans la carotte CREO 6501 et dans la coupe-type, il apparait que le long ensemble matérialisé par les dépôts compris entre 1,55 et 5,90 m est constitué en fait par trois stades climatiques difficiles à distinguer et qui sont :

- une phase tempérée froide marquée par la présence de *Globorotalia scitula* entre 1,55 et 3,50 m qui représente l'interstade Würm II-Würm III.
- une phase froide au cours de laquelle les *Globigerina pachyderma* sont nombreuses et senestres (90 %). Cette phase a des limites assez floues : 3,50 à 5,20 m environ. Elle représente un équivalent du Würm II.
- une phase tempérée froide qui peut alors être attribuée à l'interstade Würm I-Würm II.

Cette nouvelle interprétation parait être en accord avec les résultats de la datation (14C) réalisée sur les dépôts compris entre 2,90 et 3,10 m qui donne un résultat de 32.600 ans $\begin{cases} + 1400 \\ - 1100 \end{cases}$ ans. Cet âge correspond bien dans la coupe-type aux niveaux appartenant à l'interstade de Würm II- Würm III.

Carotte CH.C. 6603

Longue de 2,80 m, cette carotte implantée au SE du Golfe de Gascogne par 760 m de fond au large de Mimizan a déjà fait l'objet d'une étude détaillée (CARALP, 1968) dont seules les grandes lignes seront reprises. La succession stratigraphique est la suivante :

Holocène	climat tempéré	0 à 0,35 m
Würm IV	climat froid	0,35 à 0,45 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré	0,45 à 0,65 m
Würm III	climat arctique	0,65 à 2,30 m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré froid	2,30 à 2,75 m

Remarques:

Si la succession générale obtenue est comparable à celle de la coupe-type, des différences apparaissent cependant quant à l'importance relative de chaque stade :

- l'interstade Würm II-Würm III reconnu seulement dans sa partie supérieure présente bien les caractéristiques d'un dépôt réalisé sous un climat tempéré froid. Mais la richesse microfaunique est limitée et nombreux sont les niveaux où la totalité du résidu de lavage a donné un nombre d'individus inférieur à 200. Cette pauvreté rend assez douteuse la valeur des pourcentages obtenus pour chaque espèce et explique peut-être la proportion anormalement faible de *Globorotalia scitula* en comparaison du chiffre habituellement trouvé dans l'interstade Würm II-Würm III.

- le Würm III est net et longuement développé. L'épaisseur du dépôt peut être en partie expliquée par la présence d'apports puisqu'il y a toujours une certaine proportion d'éléments détritiques: le poids du résidu de lavage peut atteindre 0,50g.

- le Würm IV est bref mais bien marqué par la disparition presque complète des microfaunes subtropicales.

La succession observée dans cette carotte implantée à une profondeur relativement faible sur la pente continentale montre donc :

- des variations climatiques nettes mettant bien en évidence les deux derniers stades glaciaires Würm IV et Würm III.
- une assez grande épaisseur des dépôts matérialisant le Würm III.

En conclusion, l'examen des microfaunes planctoniques des quatre carottes étudiées ci-dessus montre que dans les secteurs où la pente continentale n'est pas perturbée par la présence de canyons, - secteurs où la pente générale est assez faible - des dépôts quaternaires sont conservés: la succession stratigraphique parait complète.

Une légère augmentation de l'épaisseur des dépôts de certains stades s'observe dans des sections implantées à des profondeurs plus faibles sur la pente continentale.

6.1.3. CANYON GASCOGNE I

6.1.3.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le Canyon Gascogne I constitue l'accident de la pente continentale le plus septentrional étudié dans le Golfe de Gascogne en ce qui concerne la reconnaissance des variations climatiques. Il se situe en effet entre 5° 20 - 6° 00 de longitude W, 47° 05 - 46° 40 de latitude N.

A ce niveau, deux profondes vallées sous-marines entaillent le talus continental des cotes - 400 m à - 4000 m et se rejoignent aux environs des points 5° 50 long. W - 46° 45 lat. N.

Sur la base des documents bathymétriques au 1/291.000e édités par BERTHOIS et BRENOT, une carte au 1/100.000 e a été dressée à partir de profils bathymétriques complèmentaires réalisés en 1967 et 1968 à bord du Jean Charcot (BALLAN et al. 1968). Cette carte constitue un document de travail fort utile. Elle a permis une étude morpho structurale précise et une localisation assez bonne des échantillons prélevés lors des mêmes campagnes.

6.1.3.2. LOCALISATION DES CAROTTES

Les prélèvements effectués sous forme de carottes s'échelonnent (fig. 19) le long de la vallée principale du Canyon Gascogne I. La carotte CH.C. 6723 située en tète est à la cote - 830 m ; les carottes CH.C. 6729 et 6730 au débouché dans la plaine abyssale sont à une cote voisine de - 4200 m. Seule la carotte CH.C. 6838 est localisée un peu plus à l'W dans la plaine abyssale et dans l'axe de jonction des deux vallées sous-marines décrites ci-dessus.

Au total, 13 carottes ont été prélevées le long de ce canyon ; l'étude micropaléontologique des microfaunes planctoniques a été faite pour chacune d'elles. Elles peuvent être groupées d'après leur position géographique en quatre domaines distincts.

6.1.3.3 CAROTTE SITUEE EN TETE DE CANYON

La carotte CH.C. 6723 est constituée sur toute sa longueur (2,90 m) par un calcaire marneux dolomitique, consolidé. Les microfaunes planctoniques contiennent une association fossile avec *Globorotalia acostaensis acostaensis* BLOW, *G. obesa* BOLLI,(x) ce qui conduit à attribuer un âge Miocène supérieur à ces formations (VIGNEAUX et al. 1970).

Le Miocène supérieur affleure donc directement au point précis de prélèvement de la carotte CH.C. 6723. Les formations ultérieures Pliocène et Quaternaire si elles se sont déposées, ont constamment été entrainées par érosion.

6.1.3.4 CAROTTES PRELEVEES SUR LES FLANCS DU CANYON DANS SA PARTIE AMONT

Cinq carottes occupent cette position. Ce sont :

- sur le flanc droit : carottes CH.C. 6727 et 6728.
- sur le flanc gauche : carotte CH.C. 6832, 6834, et 6835.

(x)
déterminations de Claude PUJOL que nous remercions

6.1.3.4.1. Sur le flanc droit.

Carotte CH.C. 6727

Le sédiment est une marne sableuse (éléments détritiques 10 à 25%).

La microfaune planctonique livrée par les différents horizons étudiés (fig. 20) est homogène de haut en bas de la coupe (de 0 à 2,0 m). Elle est aussi caractérisée par une pauvreté assez générale du nombre d'individus. La raison de cette pauvreté est à rechercher sans doute dans le caractère sableux de la sédimentation qui traduit un apport de matériaux important tendant à dominer le volume des dépôts constitué par la microfaune.

Elle comprend une forte proportion d'espèces subarctiques (70 à 80%) : *Globigerina quinqueloba*, *G. bulloides* et *G. pachyderma*. Le reste de cette microfaune est représenté principalement par *Globigerinita scitula* (10 à 30% de l'ensemble) et plus rarement par *Globigerinita glutinata* et *Globorotalia inflata*. Les *Globigerina pachyderma* présentes sont dextres ou senestres en proportion sensiblement équivalente.

Ces caractéristiques microfauniques sont celles d'une période climatique tempérée assez fraiche et la présence notable de l'espèce *Globorotalia scitula* argue en faveur de l'attribution de cette période à une partie de l'interstade Wurm II-Würm III.

Une datation par la méthode du 14 C donne pour les dépôts compris entre 1,70 et 1,90 m un âge de 34.500 ans $\left\{ \begin{matrix} + \\ - \end{matrix} \right.$ 1500 ans. Cet age mesuré est en parfait accord avec l'attribution stratigraphique à laquelle conduit le seul examen microfaunique.

De ce fait, il faut admettre au toit de cette carotte l'absence des dépôts correspondants à l'Holocène et à la partie terminale du Würm (Würm IV et Würm III).

Carotte CH C. 6728

Elle est constituée en son sommet par des sables faiblement marneux (0 à 0,70m), puis par une vase assez hétérogène jusqu'à la base (0,70 -3,30 m).

Le résidu du sédiment accuse ces deux types de faciès puisqu'à la partie supérieure de la carotte le poids du résidu peut dépasser 3 g alors qu'il oscille aux alentours de 0,30g au-dessous de 0,60 m.

L'étude de la microfaune planctonique (fig. 20) montre deux associations successives :

- *de 0 à 0.70 m.* la microfaune moyennement riche est représentée par les espèces subarctiques *Globigerina pachyderma*, *G. bulloides*, *G. quinqueloba* auxquelles s'associent de rares *Globigerinita glutinata*, *Globorotalia inflata* et *Globigerinoïdes ruber*. Ces trois dernières espèces disparaissent au-dessous de 0,20 m. *Globigerina pachyderma* est senestre à 90

Le climat correspondant est tempéré froid. L'évolution observée de bas en haut témoigne d'un réchauffement assez lent.

- *0.70 à 3.30 m.* l'assemblage faunique est réduit aux trois espèces subarctiques et parmi celles-ci, l'espèce *Globigerina pachyderma* uniquement sous sa forme senestre est largement dominante.

Le climat correspondant est froid, voire arctique

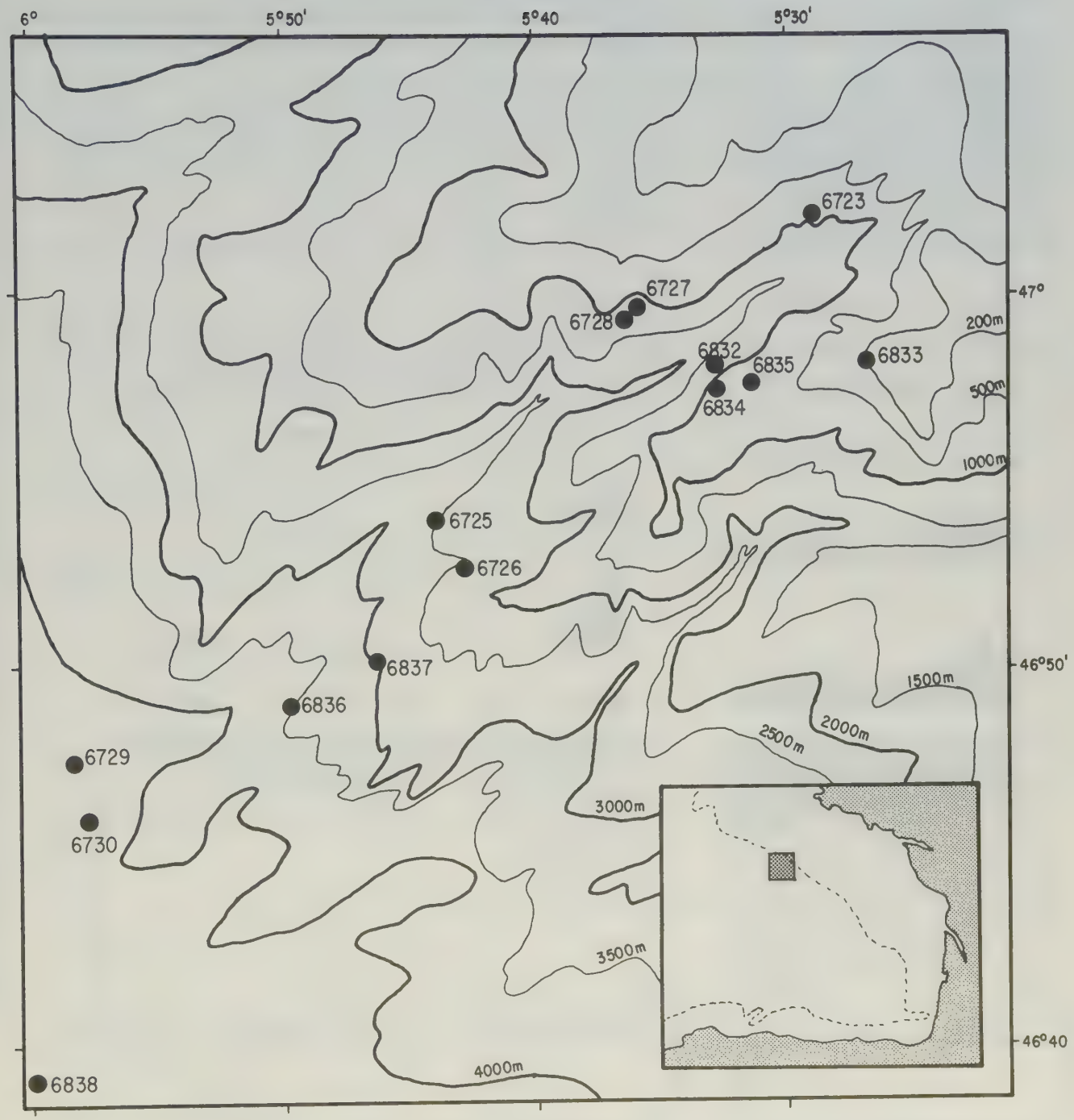


Fig . 19 : Situation des carottes prélevées le long du Canyon Gascogne I .

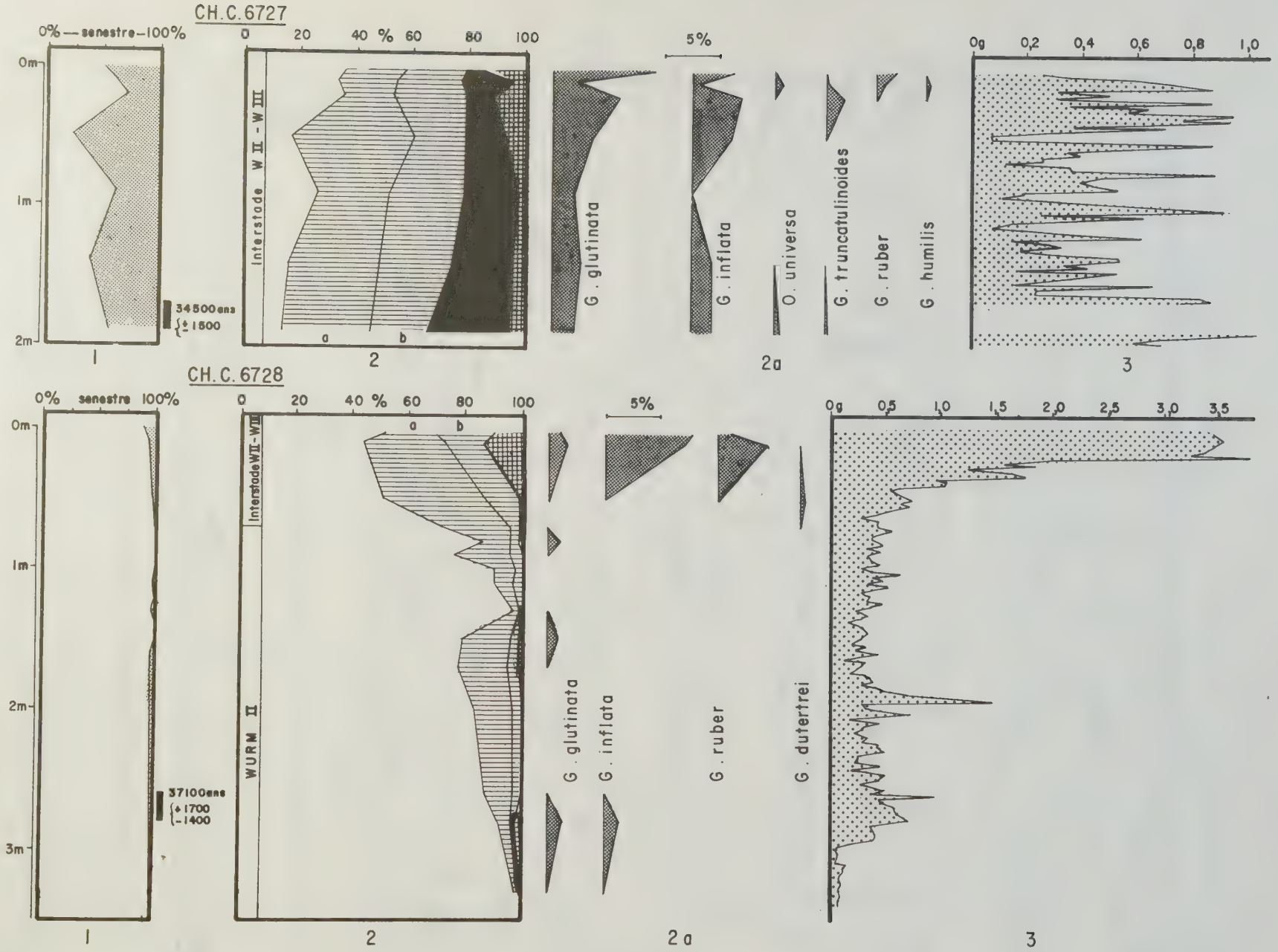


Fig . 20 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes CH.C 6727 et CH.C. 6728 .

1,2,2a et 3 : même légende que Fig.18.

L'attribution stratigraphique des deux ensembles qui constituent cette carotte a pu être faite en comparant les courbes obtenues avec celles qui matérialisent la base de la carotte CH C. 6709 (déjà décrite), implantée un peu plus au S dans un domaine où la pente continentale est assez douce.

La ressemblance des courbes d'une part, les associations microfauniques observées d'autre part, nous conduisent à attribuer la partie supérieure de cette carotte CH.C. 6728 à la base de l'interstade Würm II -Wurm III et les niveaux sous-jacents au stade glaciaire Würm II. Comme cela a été noté carotte CH.C. 6709, ce stade glaciaire apparait ici mieux caractérisé que dans la coupe-type CH.C. 6928.

Une datation par la méthode du 14 C, réalisée sur les dépots compris entre 2,60 et 2,80 m donne l'âge mesuré de 37.100 ans $\begin{cases} + 1700 \\ - 1400 \end{cases}$ ans.

D'après la stratigraphie établie pour la coupe-type, cet âge de 37.100 ans se situerait plutôt à la base de l'interstade Würm II - Wurm III que dans le Würm II. L'âge mesuré parait donc un peu jeune vis-à-vis de l'attribution stratigraphique donnée par la microfaune. Toutefois, il exclut une attribution stratigraphique à un stade glaciaire plus récent, qu'il s'agisse du Wurm III ou à fortiori du Würm IV.

Une lacune importante marque donc les dépôts quaternaires dans le secteur où est prélevée la carotte CH.C. 6728 ; elle couvre outre l'Holocène, l'ensemble des dépôts supérieurs à la base de l'interstade Würm II - Würm III.

Ainsi, les deux carottes CH.C. 6727 et 6728 implantées au voisinage l'une de l'autre sur le flanc droit du Canyon Gascogne I montrent une absence de dépôts récents correspondant au minimum aux 30.000 dernières années.

6.1.3.4.2. Sur le flanc gauche

Carotte CH.C. 6832

Cette carotte longue de 3,40 m a livré une vase légèrement et finement sableuse (10 % d'éléments détritiques en moyenne) sauf à 2,10 m où se localise une passée nettement sableuse. Le poids du résidu est en moyenne de 0,10g, les très rares passages sableux étant bien localisés (0,90g de résidu).

La microfaune étudiée a montré une certaine homogénéité de haut en bas : de 0 à 3,40 m en effet, elle est caractérisée d'abord par une certaine pauvreté. Le nombre d'individus par niveaux étudiés est de l'ordre de 200 pour 10 g de sédiment brut (fig. 21).

L'association faunique recueillie est presque exclusivement subarctique et l'espèce *Globigerina pachyderma* représente au moins 80 % de cette association. De plus, cette espèce est senestre (98 à 100 %). Le reste de la microfaune comprend *G. bulloïdes et G. quinqueloba* formant toujours 10 à 15% de l'ensemble

Ces caractéristiques fauniques sont celles qui s'accordent avec des conditions climatiques froides, arctiques.

L'ensemble des dépôts traversés peut donc être attribué d'aprés la microfaune planctonique à une phase glaciaire. La pauvreté numériaue de cette microfaune, ainsi que la présence constante des espèces subarctiques autresque *G. pachyderma* inciteraient peut-être à attribuer ces niveaux au Würm II.

Une datation réalisée à la base de la coupe a donné, pour les niveaux compris entre 3,10 et 3,30 m, un âge de 34.500 $\begin{cases} + 1900 \\ - 1500 \end{cases}$ ans.

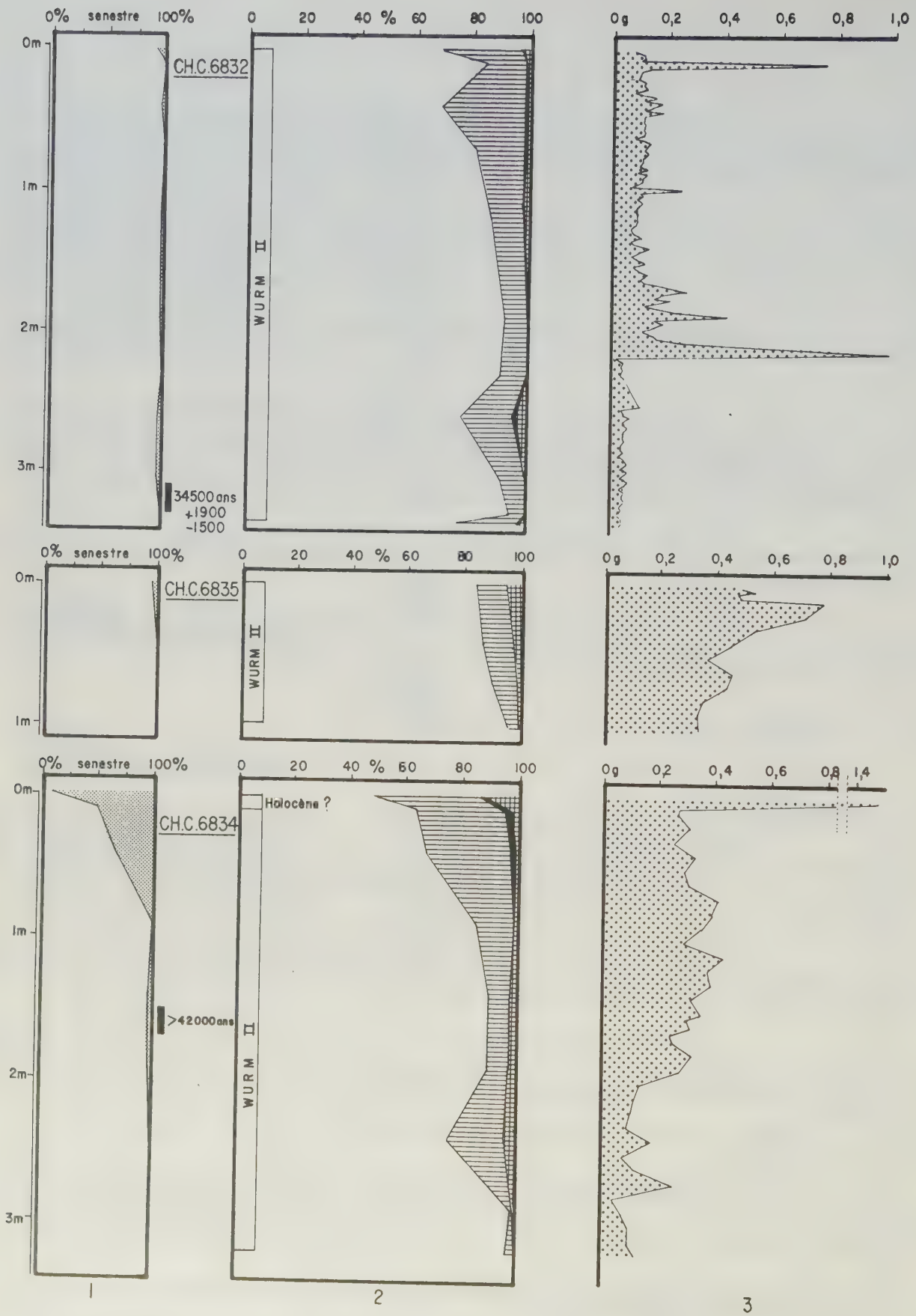


Fig . 21 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes CH.C.6832, 6835 et 6834.

même légende que Fig . 18.

Cet âge ne parait pas confirmer l'attribution stratigraphique basée sur la microfaune ; le désaccord des deux méthodes sera discuté ultérieurement.

Une remarque peut être faite à l'issue de l'examen de cette carotte. En attribuant au Würm II l'ensemble des dépôts traversés - soit 3,40 m -, il apparait que l'épaisseur totale du Würm II dans ce secteur géographique est très supérieure à celle que nous connaissons pour la même phase dans la coupe-type où, malgré les incertitudes sur les limites de ce stade glaciaire, le dépôt du Würm II est représenté par 1,40 m de sédiment.

Carotte CH.C 6835

Longue seulement de 1,10 m cette carotte est constituée par une vase légèrement sableuse. Le poids du résidu est d'environ 0,30à 0,40g.

Un seul ensemble peut être défini d'après l'examen des microfaunes planctoniques. Seules les espèces subarctiques sont présentes et parmi elles *Globigerina pachyderma* senestre est largement dominante.

Le climat que l'on peut déduire de ces caractéristiques est arctique. Il s'agit donc comme dans la carotte CH.C. 6832 de dépôts glaciaires affleurant directement dès la surface et reconnus sur une épaisseur de 1,10 m.

Il est difficile par le seul examen de la microfaune planctonique d'attribuer ces dépôts à l'un des stades glaciaires du Würm. La proximité des deux coupes CH.C. 6832 et 6835 et leur comparaison font supposer qu'il s'agit plutôt ici du Würm II. Nous admettrons cette attribution stratigraphique en l'absence de confirmation par une datation.

Carotte CH.C. 6834

Longue de 3,40 m, elle est située à proximité de la carotte CH.C. 6832. Le sédiment qui la constitue est une vase assez homogène faiblement sableuse. Le résidu est en moyenne de 0,30 g du sommet à 2 m, de 0,10à 0,20g au-dessous.

La microfaune planctonique recueillie dans divers niveaux le long de la coupe est pauvre. Le nombre total d'individus ne dépasse pas 2.000 sauf dans le niveau tout à fait supérieur.

De haut en bas, il est possible de distinguer deux ensembles :

- *de 0 à 0.10 m.* l'association faunique est variée en espèces et riche en individus. A côté des espèces subarctiques qui constituent 80% de la faune, sont présentes quelques espèces subtropicales notamment *Globigerinoïdes ruber.* quelques *Orbulina universa* et l'espèce transitionnelle *Globorotalia inflata.*

L'espèce *Globigerina pachyderma* qui constitue 50% de l'assemblage faunique est représentée par des individus dextres (8% d'individus senestres).

Le climat indiqué par la microfaune de ces 10 cm de dépôts est tempéré assez chaud, proche du climat actuel du Golfe de Gascogne.

de 0.10 à 3.30 m. l'association faunique est en grande majorité constituée d'espèces subarctiques (95%) qui sont *Globigerina pachyderma* senestre (80% de l'association à elle-seule), *G. quinqueloba* et plus rares *G. bulloïdes* Il s'y ajoute des *Globigerinita glutinata* (1 à 2%).

Ces caractéristiques sont celles d'une microfaune ayant vécu sous un climat froid que l'on peut pratiquement caractériser de glaciaire.

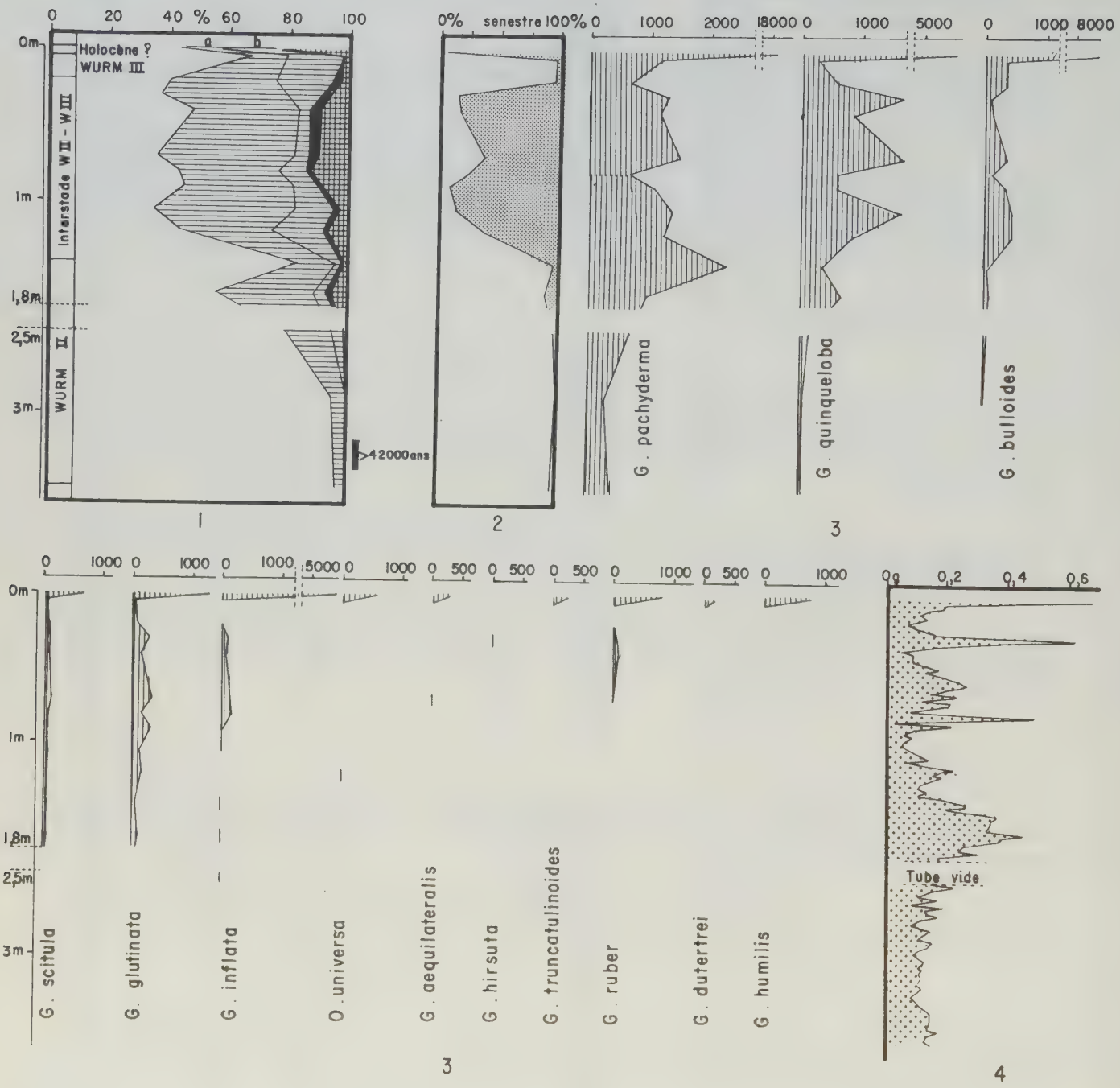


Fig . 22 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6725 .

1 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques: a : *Globigerina quinqueloba*, b : *Globigerina bulloides*
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

2 Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

3 Variation du nombre d'individus par espèce

4 Poids du résidu de lavage (supérieur à 100μ) .

Il semble donc bien, d'après la microfaune planctonique, que, comme dans les coupes voisines CH.C. 6832 et 6835, nous ayons là une carotte ayant traversé une grande partie de la phase glaciaire Würm II recouverte en surface par un mince dépôt holocène

Une datation réalisée aux niveaux 1,50 à 1,70 m donne un âge mesuré supérieur à 42.000 ans qui, malgré l'incertitude qu'il comprend, est en accord avec l'attribution stratigraphique tentée ci-dessus.

Ainsi, les carottes implantées dans la partie amont du Canyon Gascogne I sur les flancs droit ou gauche de ce canyon, offrent une grande ressemblance. Elles ont en effet traversé soit la base de l'interstade à *Globorotalia scitula* (CH.C. 6727) soit une grande partie de la phase glaciaire sous-jacente : Würm II (carottes CH.C. 6832, 6834, 6835, soit une partie des deux phases (CH.C. 6728).

La caractéristique générale de cette partie du canyon est donc la lacune des dépôts correspondant approximativement aux 35.000 dernières années.

Si l'on considère la configuration topographique du Canyon Gascogne I dans cette partie amont (fig. 19), il apparait nettement que les flancs y sont particulièrement abrupts. Les pentes sont ici beaucoup plus fortes que dans la partie médiane ; ceci pourrait expliquer un entrainement presque continu des dépôts se formant à l'heure actuelle vers le thalweg . Ces dépôts récents, encore mal consolidés, seraient mis en mouvement et entrainés le long de la pente à la faveur du passage d'une turbidité même faible venant du bord du plateau.

Une plus grande consolidation des dépôts du Würm II expliquerait peut-être l'arrêt de l'érosion à ce niveau.

6.1.3.5. CAROTTES DE LA PARTIE MEDIANE ET INFERIEURE DU CANYON (RIVE GAUCHE)

Du point de vue topographique, le Canyon Gascogne I dans sa partie médiane et inférieure s'ouvre assez largement et ses flancs ont une pente beaucoup plus douce que dans la portion amont. En conséquence, les dépôts du Quaternaire récent dans ce domaine sont influencés par des contingences différentes de celles supposées pour la partie amont.

Trois carottes sont implantées sur la rive gauche du canyon :

- la carotte CH.C. 6725 localisée assez près de l'axe,
- les carottes CH.C. 6726 et 6837 situéessur le flanc en pente douce.

Carotte CH.C 6725

Plusieurs ensembles peuvent être, de haut en bas, définis le long de cette coupe (fig. 22):

- *de 0 à 0.10 m.* le sédiment est une vase silteuse, le résidu de lavage est de l'ordre de 0,60g.

La microfaune planctonique est riche et variée. Les proportions obtenues pour les espèces subarctiques, transitionnelles et subtropicales sont celles qui traduisent un climat tempéré. L'espèce *Globigerina pachyderma* est dextre en surface (4 % senestre) et devient très rapidement senestre à 7 cm du sommet (99 %).

Ces niveaux peuvent être attribués à l'Holocène mais n'en matérialisent qu'une très faible partie.

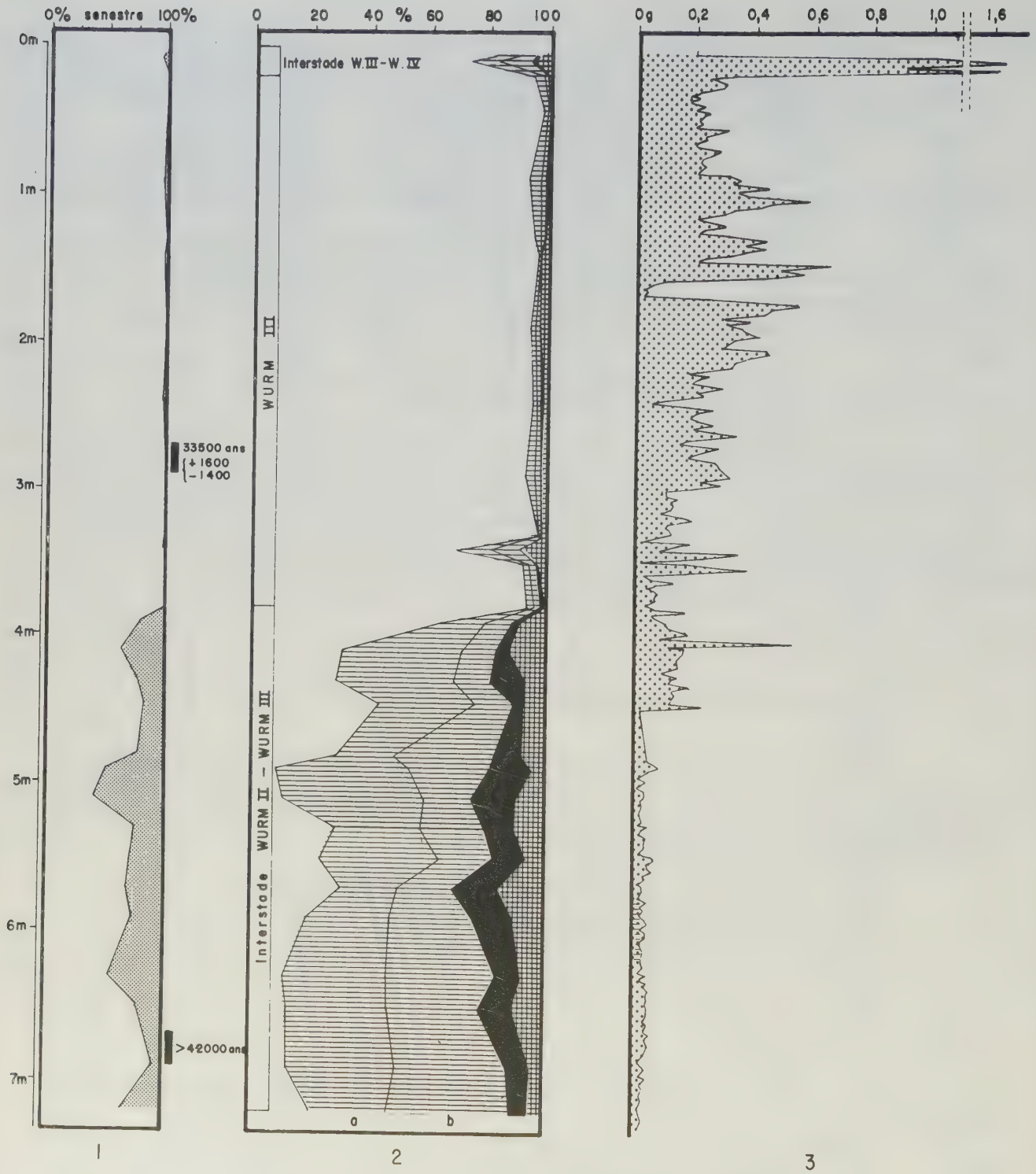


Fig . 23 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6726 .

1 Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

2 Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques : a : *Globigerina quinqueloba*, b : *Globigerina bulloide*
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

3 : Poids du résidu de lavage (supérieur à 100μ) .

- *de 0.10 à 0.30 m.* dans une vase homogène, le poids du résidu s'affaiblit (0,10g) et la microfaune incluse devient assez pauvre. De plus, les espèces composant l'association faunique sont subarctiques : *Globigerina pachyderma* sous sa forme senestre est dominante.

Cet ensemble témoigne d'un climat froid et les 20 cm de dépôts paraissent correspondre alors à un stade glaciaire.

- *de 0.30 à 1.40 m.* le sédiment toujours vaseux est légèrement sableux, ce que traduit la courbe du poids du résidu (0,20g en moyenne avec quelques pics vers 0,50g).

La microfaune comprend un fort pourcentage d'espèces subarctiques auxquelles s'ajoute des *Globorotalia scitula.* des *Globigerinita glutinata* et quelques *Globigerinoïdes ruber. Globigerina pachyderma* est surtout représentée par la forme dextre (20% de senestres par niveau).

Ces caractéristiques sont celles que l'ont connait par ailleurs pour l'interstade tempéré assez frais séparant le Würm II du Würm III. Toutefois, il semble que seule la partie inférieure de cet interstade soit conservé ici en raison des pourcentages de *Globorotalia scitula* assez bas.

- *de 1.40 à 3.60 m.* le poids du résidu reste assez faible à chaque niveau (0,10g) et la microfaune recueillie est pauvre.

Elle est de plus, réduite en espèces puisque constituée en majeure partie par des individus senestres de *Globigerina pachyderma* auxquels s'ajoutent quelques rares *Globigerina quinqueloba.*

Ces niveaux traduisent des conditions climatiques froides arctiques et par conséquent représentent un stade glaciaire.

Une datation par la méthode du $_{14}C$ a donné, pour les horizons compris entre 3,20 et 3,40 m, un âge supérieur à 42.000 ans.

En conséquence, la phase glaciaire qui marque les niveaux compris entre 1,40 et 3,60 m serait attribuable au Würm II et la coupe de cette carotte se résume ainsi :

Holocène (?)	climat tempéré	0,00 à 0,10 m
Würm III (partiel)	climat arctique	0,10 à 0,30 m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré froid	0,30 à 1,40 m
Würm II	climat arctique	1,40 à 3,60 m

Il est intéressant de noter ici l'existence d'une lacune stratigraphique couvrant au moins la fin du Würm III, le Würm IV et une grande partie de l'Holocène.

Carotte CH.C. 6726

Elle est située au SE de la carotte précédente mais plus haut sur le flanc du canyon.

Le dépôt est essentiellement vaseux. Le poids du résidu après lavage est de l'ordre de 0,20g jusqu'à 3m, plus faible au-dessous (0,05 g).

D'après l'étude de la microfaune planctonique, trois ensembles peuvent être reconnus le long de la coupe (fig. 23).

- *de 0.à 0.20 m.* l'association faunique est variée mais déjà largement dominée par *Globigerina pachyderma ;* les espèces subarctiques en constituent 90% et les espèces transitionnelles et

tropicales sont réduites à quelques *Globigerinoïdes ruber. Globigerinita glutinata et Globorotalia scitula. Globigerina pachyderma* est senestre dans une proportion de 90%.

Ces observations suggèrent pour ces 20 cm de dépôt des conditions climatiques assez froides, qui pourraient correspondre à la courte période qui s'étend dans la coupe-type entre Würm III et Würm IV.

- *de 0.20 à 3.80 m.* l'association est peu variée. *Globigerina pachyderma* sous sa forme senestre constitue au moins 95% de l'ensemble ; quelques *G. bulloïdes et G. quinqueloba* s'y joignent.

Le climat que l'on peut déduire de ce type d'association est arctique. Le dépôt correspondant pourrait matérialiser le Würm III.

- *de 3.80 à 7.20 m.* l'association faunique est nettement différente. Cinq espèces sont bien représentées : les trois formes subarctiques, *Globorotalia scitula et Globigerinita glutinata.* Le sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma* est en moyenne 60 à 70% senestre.

Ces caractéristiques sont celles de l'interstade qui sépare le Würm II du Würm III. La forte proportion de *Globorotalia scitula* est tout à fait remarquable dans cette base de carotte.

Deux datations par la méthode du $_{14}C$ ont été réalisées aux niveaux :

- 2,70 - 2,90 m : 33.500 ans $\begin{cases} +1600 \\ -1400 \end{cases}$ ans
- 6,70 - 6,90 m : supérieur à 42.000 ans.

D'après l'interprétation micropaléontologique, l'âge de 33.500 ans mesuré pour des niveaux attribués au Würm III parait un peu ancien : il en est de même pour la datation faite dans l'interstade sous-jacent. Or les corrélations microfauniques sont ici nettes ainsi que les relations avec la coupe-type.

Une explication de ce désaccord pourrait être donnée par un certain pourcentage de formes fossiles tant benthiques que planctoniques qui ont été reconnues le long de la coupe : vers 1,50 m et dans un galet à 3,30 m. Certaines de ces espèces fossiles sont éocènes, telles des Nummulites ou des *Epistomaria semimarginata ;* d'autres sont néogènes tels certains individus planctoniques, *Globigerina cf. venezuelana*[x] *et Globorotalia scitula aff. ventriosa*[x]

Ces apports de microfaunes anciennes et de la matrice sédimentaire correspondante peuvent dans une certaine mesure être responsables d'un vieillissement artificiel du dépôt quaternaire étudié ici (voir chapitre 2). Ils sont vraisemblablement assez importants. En effet, dans l'hypothèse stratigraphique qui précède, le Würm III est représenté dans cette carotte par au moins 3,60 m de dépôt alors qu'il était épais de 0,70 m dans la coupe-type. Ce fort taux de sédimentation est certainement lié à un apport de matériel détritique en provenance de divers points du plateau et de la pente continentale (ceci est d'ailleurs prouvé par le mélange décelable dans les microfaunes benthiques qui groupent des associations vivant dans des zones bathymétriques différentes) et comprenant un pourcentage non négligeable d'éléments anciens (d'origine organique ou autres) vieillissant les âges obtenus.

En conclusion. la carotte CH.C. 6726 sous une faible épaisseur de dépôts subrécents comprend le Würm III et la partie supérieure de l'interglaciaire Würm III-Würm II. Il y a donc absence de l'Holocène et du Würm IV. D'autre part, la présence d'apports détritiques importants en partie fossiles semble responsable du décalage chronologique observé entre les résultats microfauniques et radiogéologiques.

(x) déterminations de Claude PUJOL

Carotte CH.C. 6837

Elle est implantée dans la partie aval du Canyon Gascogne1, toujours sur le flanc gauche, mais un peu plus bas que les deux précédentes.

Le dépôt traversé est une vase légérement sableuse et riche en matière organique jusqu'à 2 m, plus homogène ensuite. Le poids du résidu de lavage est en moyenne de 0,15 g pour 10 g de sédiment brut jusqu'à 2 m de profondeur, très faible au-dessous (0,02 g à 0,05 g) jusqu'à 6,70 m, puis un peu plus important à la base (0,10à 0,20g).

Le long de cette coupe, trois ensembles peuvent être définis d'après l'examen de la microfaune planctonique(fig. 24).

- *de 0 à 2.00 m.* l'association faunique est variée,composée à la fois d'espèces subarctiques transitionnelles et subtropicales. Les proportions notées sont celles des dépôts caractérisés par un climat tempéré et attribués à l'Holocène. Ici, ces dépôts sont assez homogènes le long des 2 m de sédiments traversés, mais aucune modification des associations fauniques ne laisse supposer la présence vers 2 m d'horizons pouvant représenter le court temps que constitue le Würm IV dans la coupe-type.

- *de 2.00 à 7.20 m.* l'association faunique tout en restant variée est différente. Les espèces subarctiques sont plus abondantes que précédemment, et parmi les autres formes présentes *Globorotalia scitula* est très fréquente. *Globigerina pachyderma* dextre à la partie supérieure de la carotte, est maintenant représentée par des individus dextres et senestres dans une proportion de 40% en faveur des formes senestres.

Ces caractéristiques sont celles qui marquent d'une manière générale l'interstade Würm II-Würm III.

- *Enfin de 7.20 à 7.70 m.* l'association faunique se réduit aux seules espèces subarctiques dominées par *Globigerina pachyderma* senestre.
Il s'agit là de la partie supérieure d'un stade glaciaire attribuable au Würm II en raison des dépôts qui le recouvrent.

Une datation réalisée dans ces niveaux glaciaires entre 7,30 et 7,50 m a donné un âge supérieur à 42.000 ans. Ce résultat, sans confirmer totalement l'interprétation stratigraphique qui précède, est parfaitement en accord avec l'attribution de la partie inférieure de la coupe au Würm II.

Ainsi cette carotte CH.C. 6837 se résume ainsi :

Holocène	climat tempéré	0,00 à 2,00 m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré froid	2,00 à 7,20 m
Würm II	climat arctique	7,20 à 7,70 m

Plusieurs remarques peuvent alors être faites concernant cette succession :

Une lacune sédimentaire apparait nettement, qui couvre tous les dépôts normalement intercalés entre l'Holocène et l'interstade à *Globorotalia scitula* , soit tout l'intervalle de temps compris entre le début du Würm III et la fin du Würm IV.

Contrairement à ce que l'on observe généralement, cette lacune n'est plus sommitale atteignant les niveaux les plus récents, mais s'intercale dans la série stratigraphique.

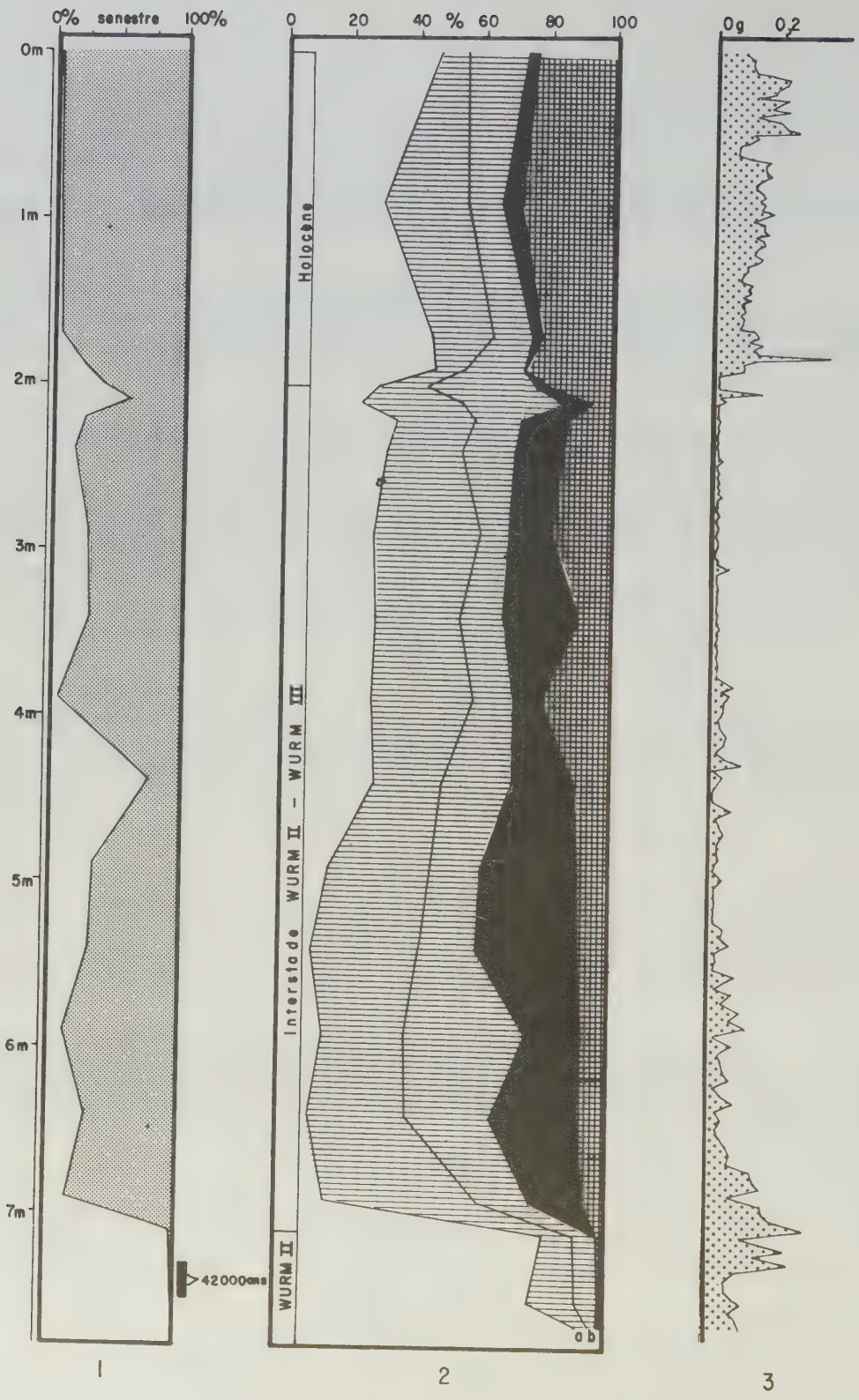


Fig . 24 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6837 .
1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*
2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques
Globigerina pachyderma
Autres espèces subarctiques : a : *Globigerina quinqueloba* , b : *Globigerina bulloides*
Globorotalia scitula
Autres espèces transitionnelles et subtropicales
3 : Poids du résidu de lavage (supérieur à 100μ) .

L'intérêt de cette observation réside cependant dans le fait que, après l'interstade Würm II-Würm III, un phénomène d'érosion a eu lieu qui a supprimé les dépôts glaciaires de la même manière qu'à l'heure actuelle, en tête de canyon sont supprimés des dépôts plus récents. Le mécanisme de cette érosion a donc joué depuis au moins 25.000 ans. Il parait s'être arrêté actuellement, dans ce secteur géographique, sans doute en raison des modifications récentes du profil ou si l'on peut dire du «niveau de base» du canyon. Peut-être avons-nous là, la marque d'un recul récent, vers le talus continental, de la zone en voie d'érosion.

En ce qui concerne les dépôts observés, il apparait que le taux de sédimentation est pour les phases représentées, nettement supérieur à ce qu'il est dans la coupe-type.

L'Holocène, vraisemblablement non complet dans cette carotte CH.C. 6837, est épais de 2,00m, au lieu de 0,50 m connus dans la coupe-type.

L'interstade Würm II-Würm III est matérialisé ici sur une puissance de près de 5 m ne représentant peut être pas sa totalité alors qu'il est épais seulement de 2,50 m dans la coupe-type.

En conclusion à l'étude des trois carottes situées dans la partie médiane du Canyon Gascogne, il est important de noter que l'ordonnancement régulier des dépôts tel qu'il a été décrit dans la coupe-type se trouve ici perturbé par deux phénomènes dynamiques en apparence opposés :

- un phénomène d'érosion (ou de non-dépôt ?) épisodique conduisant à l'absence d'un stade climatique et par suite à une lacune stratigraphique. De telles observations étaient courantes dans la partie amont du canyon.

- un phénomène d'accumulation puisque les stades représentés sont souvent matérialisés par une épaisseur de dépôt très supérieure à celle que nous connaissons dans la plaine abyssale.

6.1.3.6. CAROTTES DE LA PARTIE AVAL DU CANYON OU PRISES A SON DEBOUCHE DANS LA PLAINE ABYSSALE

4 carottes sont implantées dans la partie basse du Canyon Gascogne I :

- CH.C. 6836 sur les dernières pentes du flanc gauche
- CH.C. 6729 et 6730 au débouché du Canyon dans la plaine abyssale
- CH.C. 6838 un peu plus au large que les précédentes.

Carotte CH.C. 6836

Longue de 7,10 m, cette carotte est implantée à une profondeur de 3452 m. Le sédiment recueilli est constitué d'une vase assez homogène localement un peu sableuse. Le poids du résidu de lavage de 10 g de sédiment brut est en moyenne de 0,1 à 0,2 g ; quelques pics se situent aux alentours de 0,4 g (entre 0,20 et 0,90 m - 3,10 et 3,60 m - 6,10 et 6,80 m).

Quatre ensembles peuvent être dégagés le long de la coupe (fig. 25) :

- *de 0. à 2.90 m.* la microfaune planctonique est riche et constitue pratiquement la totalité du résidu de lavage.

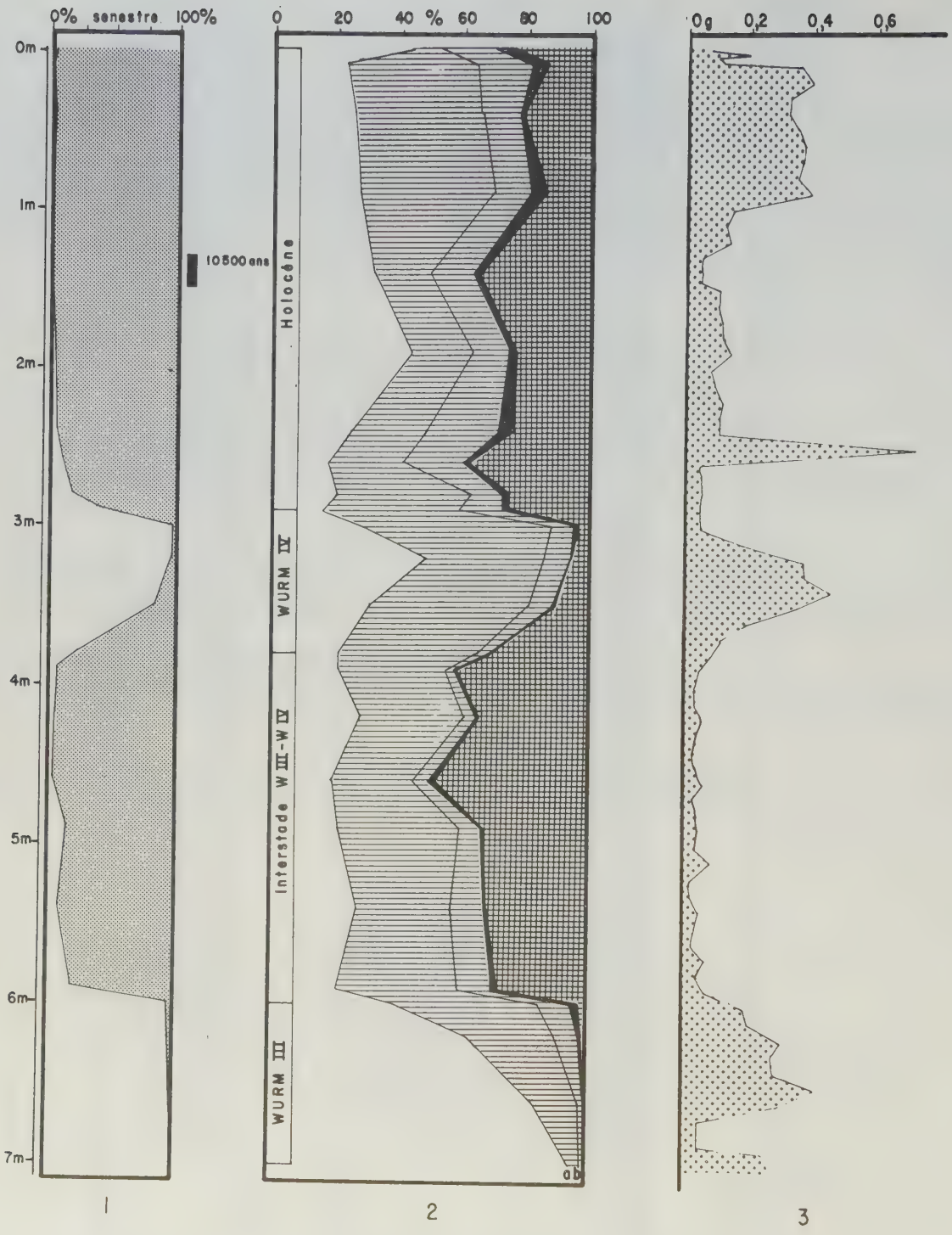


Fig 25 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH C 6836 .

1 Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

Globigerina pachyderma

Autres espèces subarctiques : a *Globigerina quinqueloba* , b : *Globigerina bulloides*

Globorotalia scitula

Autes espèces transitionnelles et subtropicales

3 . Poids du résidu de lavage (supérieur à 100 µ)

L'association faunique est variée en espèces et comprend des formes subarctiques, transitionnelles et subtropicales. Les premières constituent 70% de l'association. Parmi les secondes *Globorotalia inflata*, *G. truncatulinoïdes*, *Orbulina universa* sont assez abondantes. *Globigerina pachyderma* est dextre pratiquement à 100%.

Le climat est comparable au climat actuel tempéré. Les dépôts correspondants possèdent les caractéristiques de l'Holocène.

- *de 2,90 à 3,80 m*, le résidu comprend quelques éléments quartzeux associés à la microfaune. Des radiolaires sont présents.

L'association planctonique est beaucoup plus limitée que dans les horizons sous-jacents, les espèces subarctiques constituent 90% de l'ensemble. *Globigerina pachyderma* est senestre dans une proportion de 98%. Les dépôts correspondants se sont effectués sous un climat froid presque arctique. Ils matérialisent vraisemblablement le Würm IV.

- *de 3,80 à 6 m*, se localise un ensemble proche de celui reconnu entre 0 et 2,90 m et marqué par une microfaune variée et tempérée.

Il s'agit là de l'interstade Würm III-Würm IV.

- *de 6,00 à 7,10 m*, le résidu de lavage est en partie sableux et pyriteux. L'association planctonique est réduite aux trois espèces subarctiques : *Globigerina pachyderma*, *G. bulloïdes*, *G. quinqueloba*, encore que *G. pachyderma* uniquement sous la forme senestre constitue à elle seule 80 à 90% de l'assemblage.

Ces dépôts pourraient représenter la partie supérieure du Würm III.

Une datation au 14 C a été faite dans l'ensemble supérieur de cette carotte entre 1,30 et 1,50 m. L'âge mesuré est de 10.500 ans $\begin{cases} + 200 \\ - 150 \end{cases}$ ans. Ce résultat est compatible avec l'âge holocène que l'examen microfaunique a conduit à donner à ces dépôts.

La succession stratigraphique se résume donc de la manière suivante :

Holocène	climat tempéré	0 à 2,90 m
Würm IV	climat froid	2,90 à 3,80 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré	3,80 à 6,00 m
Würm III (en partie)	climat très froid	6,00 à 7,10 m

Par rapport à la coupe-type, s'observe le long de la carotte CH.C. 6836 une augmentation très importante de l'épaisseur des dépôts matérialisant les derniers temps du Quaternaire soit les 25.000 à 30.000 dernières années. Le taux de sédimentation dans la portion basse du canyon est donc très fort. Malgré l'apport détritique qui marque certaines portions de cette carotte, il apparait clairement que la succession stratigraphique type est respectée. Il y a simplement accumulation plus grande en ce point du canyon qu'en d'autres secteurs du Golfe de Gascogne. Il ne semble pas y avoir de traces de lacunes analogues à celles qui marquent les coupes de la partie haute du canyon.

Carotte CH.C. 6729

D'une faible longueur (1,50 m) elle n'a traversé qu'un seul type de dépôt et n'a livré qu'une association faunique.

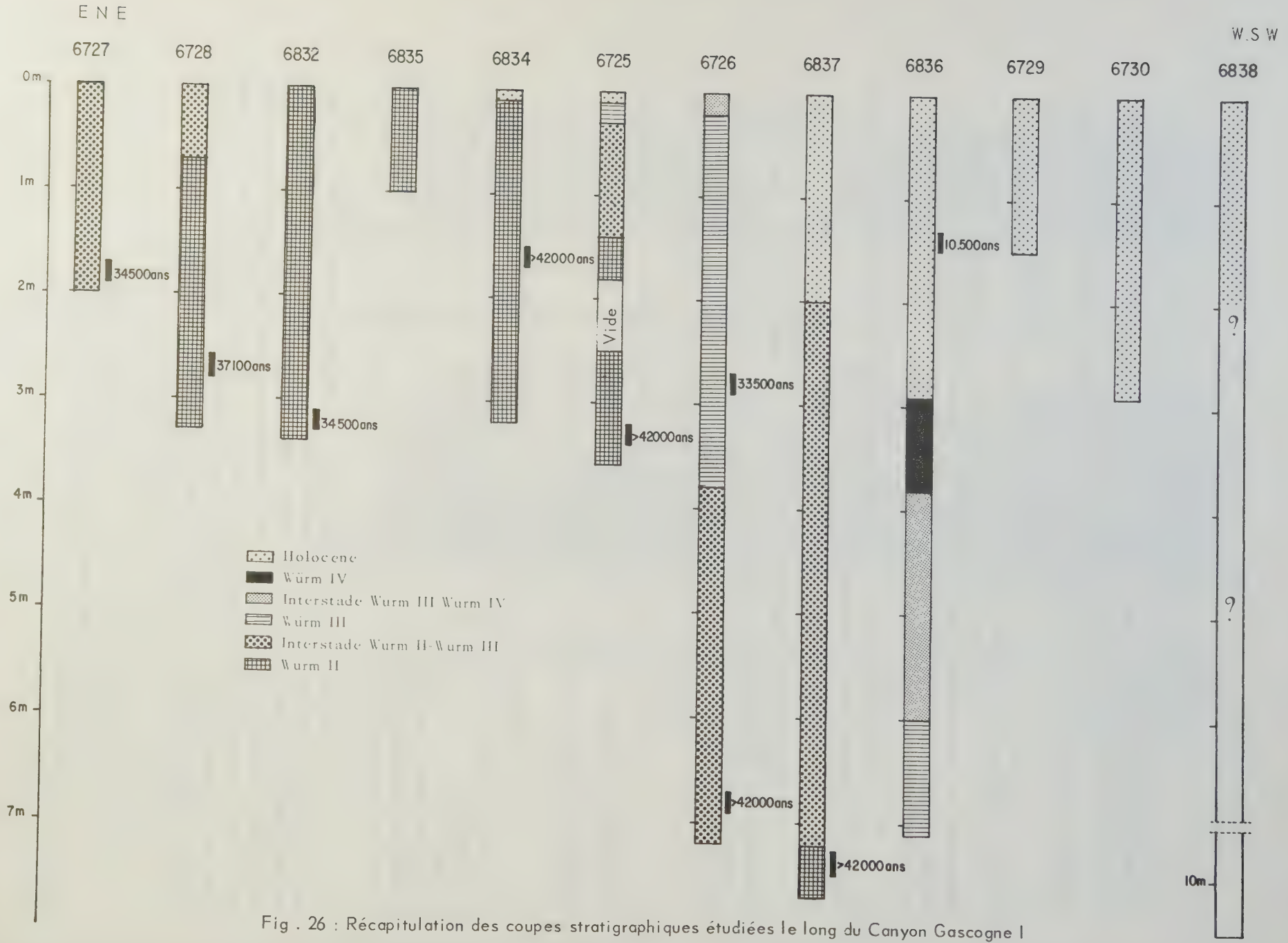


Fig . 26 : Récapitulation des coupes stratigraphiques étudiées le long du Canyon Gascogne I

Le résidu du lavage est très abondant à la partie supérieure où il peut atteindre 1,5 g puis plus faible au-dessous de 0,80 m (0,2 g).

La microfaune planctonique est homogène le long de la coupe et constituée par des espèces subarctiques, transitionnelles et subtropicales dans une proportion qui correspond à ce que l'on connait par ailleurs dans les horizons holocènes.

A la base toutefois, des galets enrobés dans le sédiment vaseux ont livré une microfaune planctonique en partie fossile (Miocène et Eocène s.l.)qui pourrait provenir d'affleurements fossiles situés plus haut dans le canyon.

Le transport de ces galets parait suggéré par la présence à certains niveaux et au sein de l'association faunique benthique en place, d'espèces provenant d'un biotope bathymétriquement supérieur.

En résumé, cette petite carotte n'a vraisemblablement livré que des dépôts appartenant à l'Holocène. Des apports sédimentaires importants actuels et fossiles en provenance des régions plus hautes du canyon peuvent y être mis en évidence.

Carotte CH C. 6730

Longue de 2,90 m, cette carotte est constituée par une vase localement très sableuse. Le résidu de lavage atteint à certains niveaux un poids de 8 g pour 10 g de sédiment brut. Seule la partie supérieure de la carotte est essentiellement vaseuse et le poids du résidu est alors inférieur à 1 g.

La microfaune benthique recueillie le long de la coupe comprend dans tous les horizons sableux un pourcentage notable d'espèces allochtones

Il s'ensuit donc qu'un mélange important est également certain quant aux microfaunes planctoniques. Malheureusement les mélanges ne sont pas décelables puisque l'association planctonique est, au moins dans le domaine océanique, indépendante de la bathymétrie.

C'est pourquoi il n'est pas nécessaire de détailler les résultats de cette carotte. Seules les grandes lignes seront données.

Il semble que la majorité des dépôts appartient à l'Holocène ; les microfaunes dans les horizons non sableux (jusqu'à 1,70 m) sont variées et dénotent un climat tempéré assez chaud comparable à celui de l'Holocène. Au-dessous, les apports sableux sont beaucoup plus importants et fréquents la microfaune planctonique accuse un certain refroidissement qui se traduit par l'augmentation des *G. pachyderma* senestres et la diminution du pourcentage des espèces subtropicales. Mais l'irrégularité des courbes, l'instabilité des associations traduisent plus une accumulation irrégulière de microfaune remaniée s'ajoutant à l'association faunique en place, qu'une variation climatique significative Il semble que cette coupe peut être comparée par ses caractéristiques sédimentaires, à la carotte CH.C 6933 implantée à l'E du Dôme Gascogne et précédemment étudiée.

Comme dans la carotte CH.C. 6729 se note, dans cette partie du canyon, une augmentation de l'épaisseur des dépôts représentant les épisodes terminaux du Quaternaire. La sonde n'atteint alors que des dépôts relativement récents. Le taux de sédimentation est fort probablement irrégulier d'un point à un autre et directement influencé par des apports de matériaux qui sont érodés dans la portion haute du canyon.

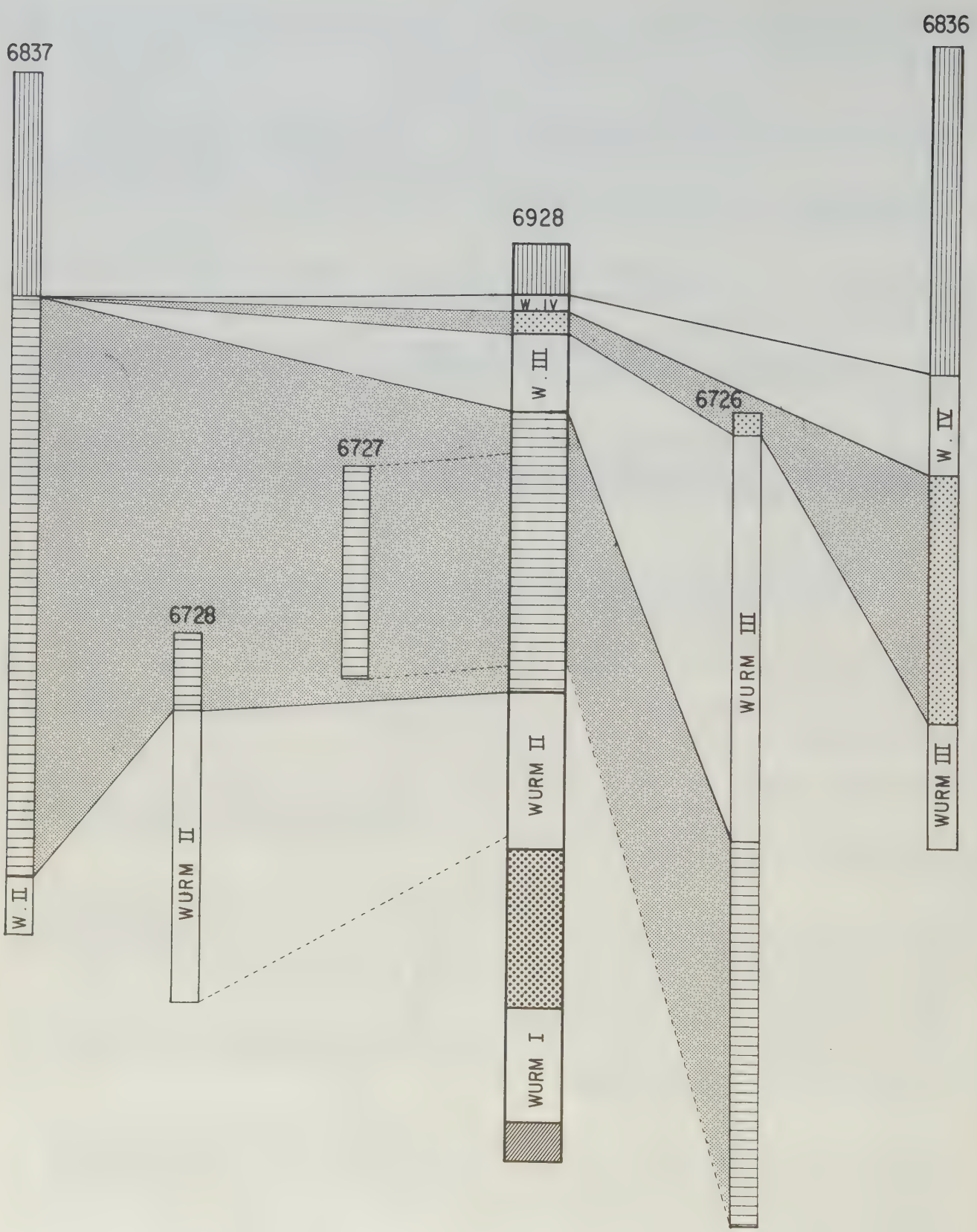


Fig . 27 : Comparaison de certaines coupes du Canyon Gascogne I avec la coupe-type.

Carotte CH.C. 6838

Longue de 10,60 m, elle est implantée dans la plaine abyssale un peu plus au large que les deux coupes précédentes. Elle se situe en fait à ce que l'on pourrait appeler le confluent du Canyon Gascogne I et du canyon situé immédiatement plus au S et qui en constitue une sorte de diverticule (fig. 19).

Une étude sommaire montre immédiatement l'importance et la fréquence des passées sableuses le long de la coupe. Des apports détritiques massifs sont présents vers 1 m, puis entre 1,50 et 1,80 m ; ils sont très importants entre 4,20 et 7,40 m, localisés au-dessous (7,80, 8m) et absolument constants de 8,80 à 10,40 m. Ils sont tellement importants à certains niveaux que la proportion des éléments détritiques dans l'ensemble des sédiments dépasse parfois 95%.

Il est bien évident que de telles conditions de sédimentation sont particulièrement défavorables à une étude détaillée des microfaunes planctoniques et que le repérage de variations climatiques du type de celles qui marquent le Würm IV sont ici impossibles.

Dans les grandes lignes, et en choisssant dans la mesure du possible les horizons les moins sableux, on peut reconnaitre de la surface à 2,30 m des associations microfauniques tempérées assez chaudes ; les niveaux correspondant illustrent vraisemblablement l'Holocène.

Au-dessous il semble que se développent surtout des niveaux froids entre 2,30 et 3,80 puis entre 7,40 et 7,60 m. Mais il est bien difficile étant donné les interruptions dues aux apports détritiques massifs, d'affirmer qu'il s'agit de telle ou telle phase du Würm.

Dans les niveaux où la microfaune planctonique dénoterait un climat non arctique - les pourcentages des différentes espèces ne sont jamais comparables à ceux de l'interstade Würm III-Würm II.

Ceci conduit à penser que les 10,50 m de dépôts sont vraisemblablement récents et se situeraient entre l'Holocène et le Würm III.

De ce fait, la seule observation intéressante que l'on peut déduire de l'examen de cette coupe, concerne le taux de sédimentation. Celui-ci dans cette carotte implantée très au large à une distance déjà notable du pied du talus (30 km) est certainement considérable quoique non chiffrable.

La base du Canyon Gascogne I pourrait être assimilée à une sorte de cône de déjection d'un régime torrentiel où se trouvent mélés les éléments microfauniques planctoniques venant de la tranche d'eau supérieure et, rythmiquement, les éléments détritiques originaires de la pente et même du bord de la plateforme continentale.

6.1.37 CONCLUSION A L'ETUDE DU CANYON GASCOGNE I

Le long de ce canyon, nous avons pu examiner un certain nombre de carottes implantées d'une manière assez «heureuse» dans les différents domaines (fig. 26).

Cette étude conduit aux résultats suivants :

- *Sur le plan de la stratigraphie du Quaternaire marin* , il a été possible de définir dans la grande majorité des carottes les phases climatiques qui ont été atteintes ou traversées Toujours par comparaison avec la coupe-type CH.C. 6928 :

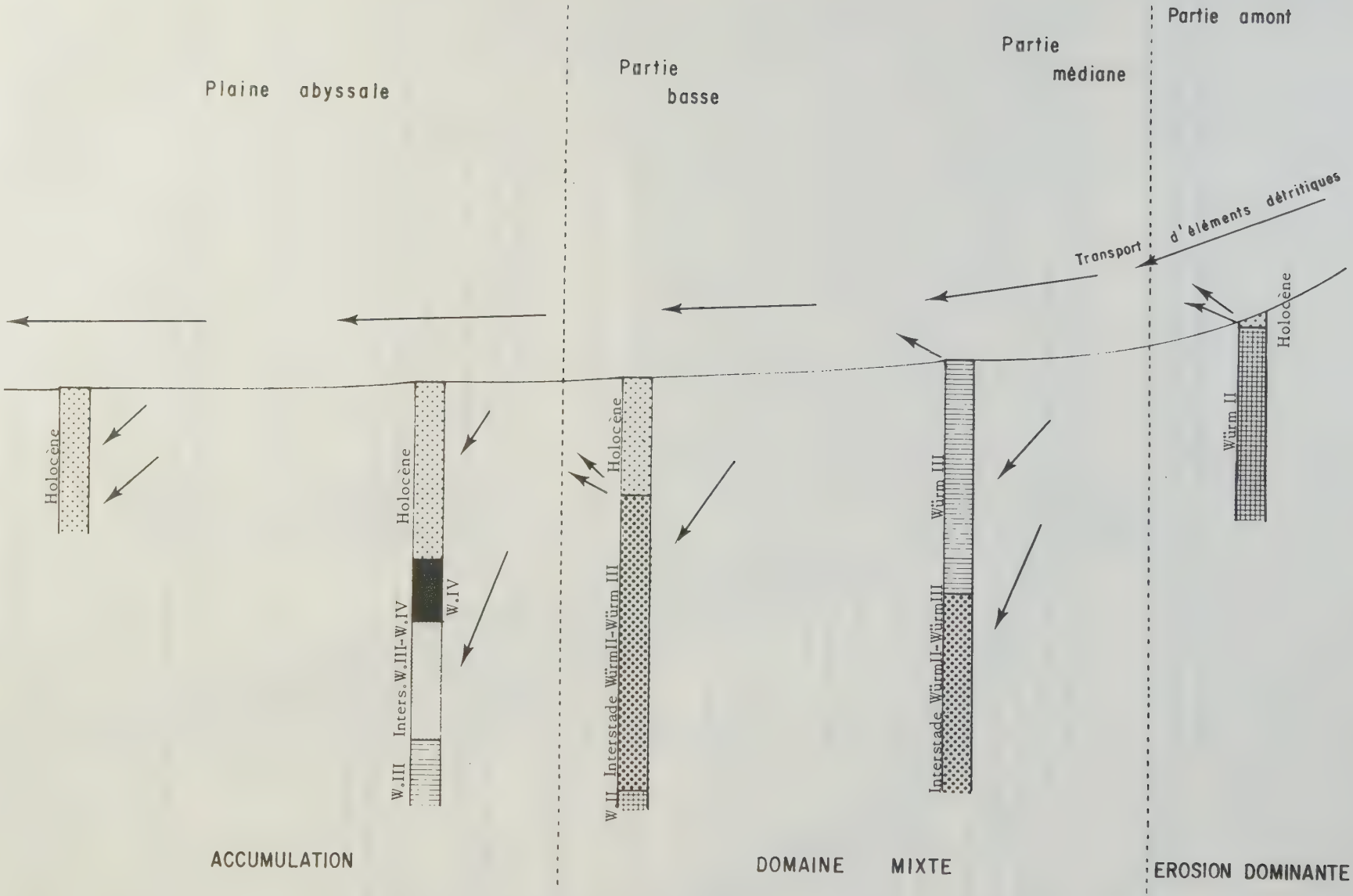


Fig 28 : schéma hypothétique de l'évolution sédimentaire récente du Canyon Gascogne I.

- l'existence de lacunes a pu être décelée (fig. 27)
- l'épaississement des dépôts appartenant à certaines phases a été reconnu.

Dans la grande majorité des cas un bon accord existe entre les résultats obtenus d'une part par l'examen des microfaunes planctoniques d'autre part par la méthode du 14 C. Souvent même les résultats de ces datations permettent de confirmer des hypothèses d'ordre micropaléontologique.

- *Sur le plan de la connaissance du Canyon Gascogne et de son évolution récente.* l'examen de la série de carottes s'est révélé très fructueux. En effet, le canyon présente trois domaines sédimentaires distincts (fig. 28) :

- la partie amont caractérisée par des phénomènes d'érosion,
- la partie médiane où l'érosion est un peu moins intense et où des accumulations commencent à se constituer.
- la partie basse (plaine abyssale) où domine le facteur accumulation.

Ces résultats rappellent ceux obtenus par PRUD'HOMME (VIGNEAUX et al. 1970 p. 37-39, carte 20), qui met en évidence par l'étude des courbes de thalweg dans ce même canyon - un secteur érodé qui correspond à la partie amont du canyon et à son «cours supérieur»,-un secteur où se situe «un surplus de matériaux à éroder» correspondant précisément à la partie basse du canyon.

Ainsi, même à l'échelle des phases climatiques du Quaternaire récent, les dépôts que nous trouvons le long de ce canyon sont de plus en plus récents au fur et à mesure que l'on descend le canyon :

- Würm II en tête,
- Würm III partie médiane,
- Holocène à la base.

Il vient évidemment à l'esprit une comparaison possible avec un régime torrentiel sur le continent marqué par :

- le décapage de la partie haute, illustré par les nombreuses digitations en tête du Canyon Gascognel, ce qui équivaudrait à un bassin de reception,

- l'atterrissement des matériaux au niveau de la rupture de pente, comparaison possible, compte tenu de l'échelle, avec le cône de déjection torrentiel.

On comprend mieux, semble-t-il, la différence fondamentale de ces types de dépôts avec ceux observés plus vers l'W dans la plaine abyssale – notamment sur le Dôme Gascogne-où ces phénomènes ne jouant plus, il a été possible d'établir une série stratigraphique «privilégiée».

6.1.4. CANYON DES SABLES D'OLONNE

6.1.4.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Il est situé au SE du Canyon Gascogne I et s'étend de 45° 55' à 45° 30' lat. N entre 3° 50 et 4° 30' long. W., c'est à dire à environ 200 km à l'W de l'Ile d'Oléron.

D'après les documents cartographiques dressés actuellement, l'entaille est perpendiculaire au bord du plateau continental ; les flancs du canyon sont abrupts. Sa longueur est de l'ordre de 55 km. Aucune complication morphologique secondaire ne vient en modifier l'allure.

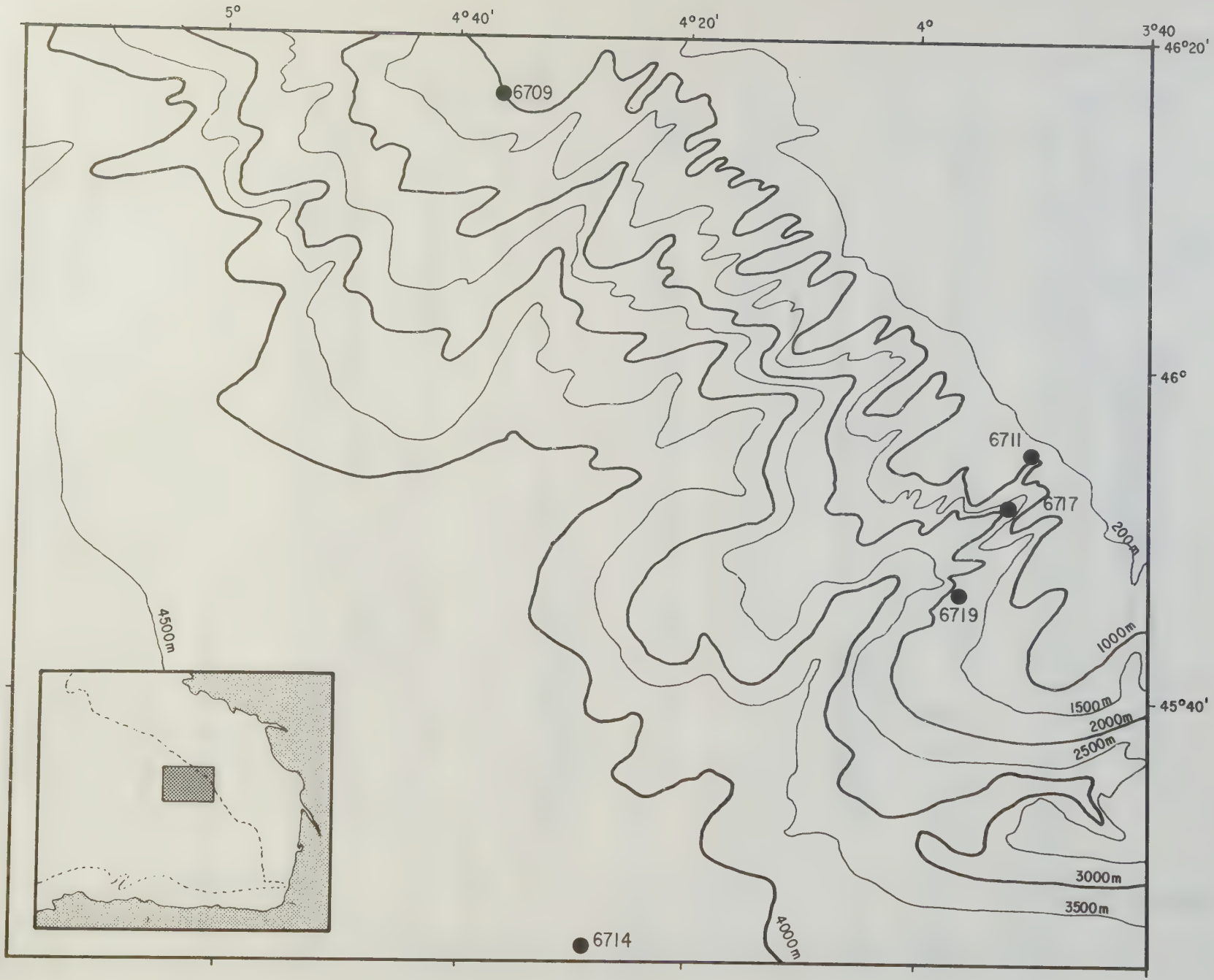


Fig . 29 : Situation des carottes prélevées le long du Canyon des Sables d'Olonne .

6.1.4.2 LOCALISATION DES CAROTTES

Parmi les sections prélevées durant la campagne Gestlante II, quatre d'entre elles (CH.C. 6711- 6717- 6719 et 6714) ont pu être étudiées par les méthodes décrites ci-dessus ; elles sont situées dans la partie amont du canyon (CH.C. 6711 et 6717), dans la partie médiane (CH.C. 6719) et au débouché de ce canyon dans la plaine abyssale (CH.C. 6714) (fig. 29).

Leur étude micropaléontologique a déjà fait l'objet d'une publication groupant les résultats d'ordre sédimentologique, géochimique, minéralogique (CARALP, DUMON et al. 1969) et représentant les travaux effectués au titre d'une Convention de Recherches.

D'autres carottes ont été prélevées dans ce même canyon lors de la mission Gestlante II et ont été étudiées dans le cadre de la même Convention de Recherches, par d'autres laboratoires. Les méthodes employées n'étant pas obligatoirement les mêmes et les buts recherchés pouvant être différents, il est impossible d'interpréter les résultats obtenus sur ces autres carottes (Bull. I.G.B.A. n°6, 1969) dans l'objectif paléoclimatique puis stratigraphique.

6.1.4.3. PARTIE AMONT DU CANYON

Carotte CH C 6711

Elle se situe légèrement sur le flanc droit. Le lieu de prélèvement, quoiqu'assez profond (1420 m) est très proche du rebord de la plateforme continentale. De faible longueur (1,45 m), cette carotte est constituée de vases silteuses assez riches en carbonates (25 à 30 %) et en sables fins.

Le poids du résidu est en moyenne de 0,15 g ; il augmente (1g) très localement à 1 m de profondeur, conséquence d'une passée sableuse très nette.

L'association de microfaune planctonique recueillie est variée, constituée d'espèces subarctiques dominantes mais également d'espèces subtropicales. *Globigerina pachyderma* est dextre à tous les niveaux entre la surface et 1,45 m.

Ces caractères fauniques impliquent un climat tempéré assez chaud. Il est donc fort probable que l'ensemble des niveaux traversés représente une partie des dépôts holocènes.

L'épaisseur totale de l'Holocène dans ce secteur géographique est donc relativement importante et très supérieure à celle connue dans la plaine abyssale. Elle est la conséquence d'un apport sableux faible mais assez constant le long de la coupe et plus marqué à certains niveaux.

La conservation de ces niveaux récents holocènes en tête de canyon est assez exceptionnelle. Rien ne permet d'affirmer d'ailleurs que les dépôts étudiés ici représentent les formations les plus récentes de cet Holocène.

Carotte CH.C. 6717

Située à une profondeur de 1.770 m, cette carotte est implantée à peu près dans l'axe du canyon. Deux faciès s'y succèdent (CARALP, DUMON et al. 1969, p. 200) :

- des vases fines compactes parfois un peu sableuses de la surface à 3,60 m,
- des sédiments hétérogènes constitués de galets et de vase molle de 3,60 m à la base.

Les microfaunes planctoniques figurant dans ces dépôts permettent de définir trois ensembles :

- *de 0 à 0,10 m.* l'association faunique est assez variée en espèces comprenant 80 % d'espèces subarctiques, 20% d'espèces transitionnelles et subtropicales avec notamment : *Globorotalia inflata. Orbulina universa.* L'espèce subarctique *Globigerina pachyderma* est représentée par des individus dextres ou senestres en proportions sensiblement égales. Le climat supposé d'après ces données est tempéré plutôt froid.

Les dépôts correspondant pourraient vraisemblablement constituer un court témoin de l'Holocène.

- *de 0,10 à 2,50 m.* l'association faunique planctonique est pauvre en individus ; elle est moins variée qu'au dessus. Les espèces subarctiques constituent plus de 90% de l'ensemble. Seule l'espèce ubiquiste *Globigerinita glutinata* s'y ajoute. *Globigerina pachyderma* est senestre dans une proportion d'au moins 90% .

Ces caractéristiques sont dans l'ensemble celles qu'un climat tempéré froid imprègne à une microfaune planctonique. Il semble que l'on puisse rattacher cet ensemble à un interstade, sans qu'il soit possible actuellement de préciser s'il s'agit du Würm, et de quelle phase du Würm. L'absence de l'espèce *Globorotalia scitula* exclue l'attribution à l'interstade Würm II-Würm III.

- *de 2,50 à 5,80 m.* l'association faunique garde les caractéristiques précédentes. Mais *Globigerina pachyderma* devient en majorité dextre (90% entre 2,50 et 4,00 m , de 80 à 50% au-dessous).

L'interprétation de cet ensemble ne peut pas être faite sur la seule base des résultats paléontologiques. La lithologie de la base de cette carotte révèle en effet la présence d'une sorte de brêche constituée de galets plus ou moins consolidés, noyés dans un ciment vaseux. Les éléments consolidés, prélevés à part, ont livré une microfaune (Foraminifères et Ostracodes) intéressante puisque certains éléments ont pu être datés du Miocène, d'autres du Crétacé supérieur.

Il faut donc admettre que des fragments plus ou moins volumineux arrachés à des affleurements situés probablement plus haut dans le canyon, ont été ensuite entrainés le long de l'axe mettant en mouvement eux-mêmes sur leur passage une partie de dépôts vaseux plus récents en formation. L'ensemble est venu se déposer en vrac dans le secteur où a été prélevée la carotte CH.C. 6717.

Il n'est donc pas étonnant dans ces conditions, que les caractéristiques microfauniques planctoniques analysées ci-dessus paraissent en partie aberrantes. Elles sont en fait le résultat, non pas de l'accumulation des seules formes ayant vécu à un temps donné dans la tranche d'eau supérieure, mais du mélange de ces formes avec des éléments allochtones d'âges quaternaires différents mélées en outre à des dépôts fossiles.

En résumé, les dépôts constituant cette coupe sont, en raison des apports divers qui y sont décelés, assez peu utilisables quant à la reconnaissance et à l'établissement d'une stratigraphie quaternaire. Leur intérêt réside plutôt dans l'illustration du mécanisme d'apport de matériaux allochtones. La présence, au sein d'un sédiment quaternaire, d'éléments bréchiques miocène et crétacé, donne la preuve d'affleurements correspondants dans la partie haute du canyon.

6.1.4.4. PARTIE MEDIANE DU CANYON

Carotte CH.C. 6719

Implantée à une profondeur de 1800 m, elle est située sur le flanc S et par suite un peu à l'abri des perturbations dues à des transports de sédiments plus fréquents le long de l'axe.

Les sédiments vaseux constituant cette carotte sont relativement homogènes sur toute la section prélevée. Les éléments détritiques supérieurs à 100µ constituent de 2 à 5% de ces dépôts mais sont toujours intimement mélangés à ces vases. Les passées sableuses sont rares, très fines (1mm) et ne représentent pas plus de 2% de la longueur totale de la carotte (CARALP, DUMON et al. 1969, p.211).

Ces caractéristiques sont assez favorables à l'étude des microfaunes planctoniques. Dans la mesure du possible, sont étudiés les niveaux les moins riches en éléments détritiques. Plusieurs ensembles peuvent être définis le long de cette carotte d'après les éléments fauniques recueillis (fig. 30):

- *de 0 à 1.90 m.* la microfaune planctonique est riche, variée en espèces subtropicales et subarctiques. *Globorotalia inflata, Orbulina universa. Globigerinoïdes ruber* sont bien représentées. *Globigerina pachyderma* est dextre.

Il s'agit d'une microfaune tempérée assez chaude dont les caractéristiques conduisent à attribuer les dépôts correspondants à l'Holocène.

- *de 1.90 à 2.50 m.* l'association microfaunique change. Les espèces subarctiques sont dominantes (80%) avec *Globigerina bulloïdes. G. quinqueloba et G. pachyderma* essentiellement sous sa forme senestre (85%). Il s'agit d'une phase froide presque glaciaire.

- *de 2.50 à 3 m.* l'association se diversifie à nouveau. *Globigerina pachyderma* est dextre dans une proportion de 50 à 70%. Le climat que l'on peut supposer est tempéré, sans doute un peu plus frais que celui de l'Holocène sus-jacent.

- *de 3 m à la base.* se manifeste un changement profond de l'association faunique. Réduite pratiquement aux seules espèces subarctiques, l'association est largement dominée par *Globigerina pachyderma* senestre.

Le climat sous lequel ont vécu ces faunes est très froid, arctique. Les dépôts correspondants matérialisent donc un stade glaciaire très net.

Si l'on compare ces résultats à la succession stratigraphique de la coupe-type, il apparait que l'on peut attribuer ces dépôts glaciaires au Würm III, toujours bien caractérisé.
Les quatre phases reconnues ci-dessus s'ordonnent alors comme suit :

Holocène	climat tempéré	0 à 1,90 m
Würm IV	climat froid	1,90 à 2,50 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré	2,50 à 3,00 m
Würm III	climat arctique	3,00 à 5,90 m

Remarque : Compte-tenu des données sédimentologiques rappelées ci-dessus, il est intéressant de noter, pour chacune des phases climatiques reconnues le long de cette coupe, une épaisseur de dépôts toujours supérieure à celle observée dans la coupe-type. L'apport détritique, en provenance probable de la plateforme

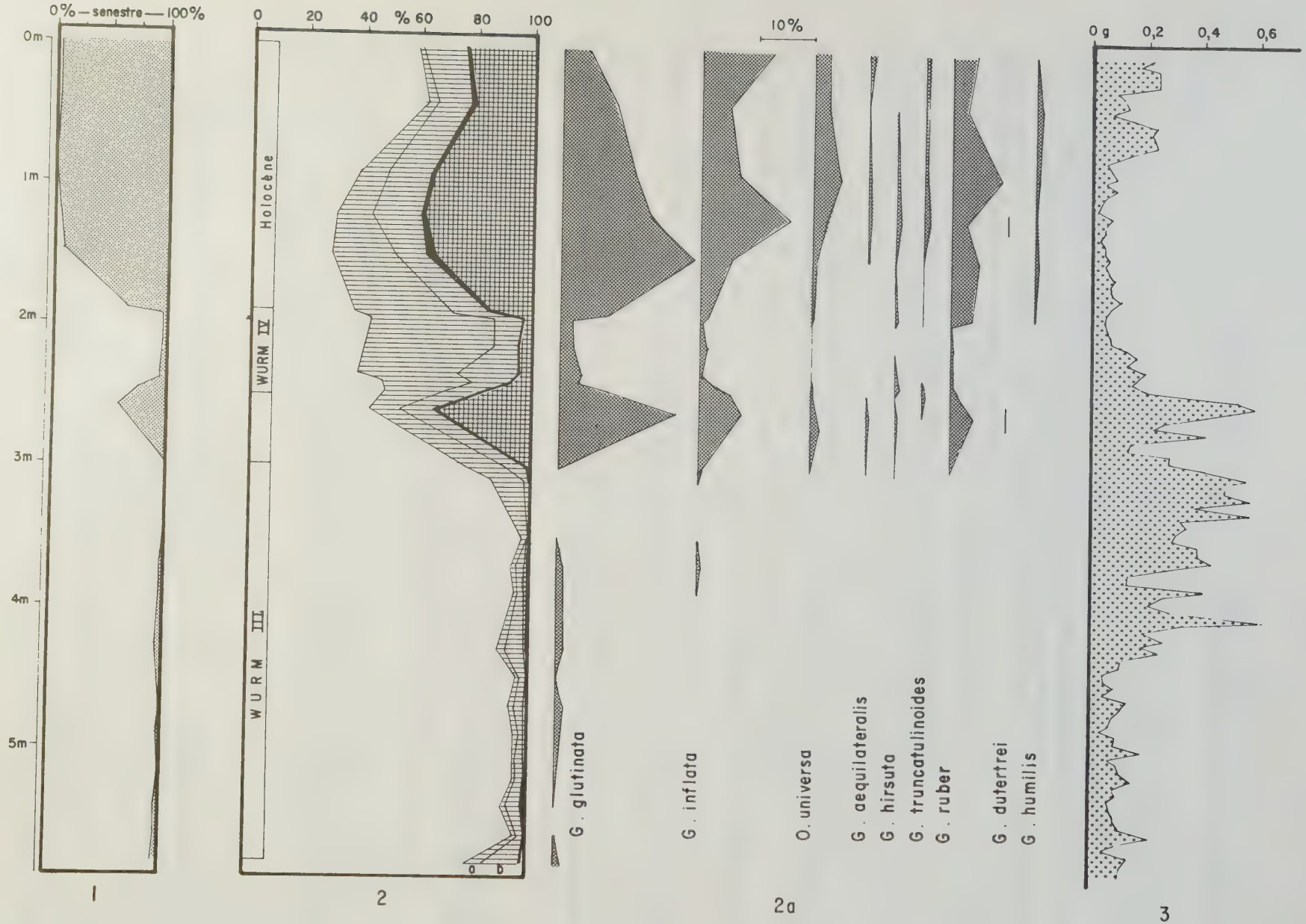


Fig 30 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6719

1,2,2a et 3 : même légende que Fig. 18, p 72.

continentale proche, parait assez constant et vient continuellement s'ajouter aux dépôts en formation. En effet, les courbes obtenues concernant la microfaune planctonique sont proportionnellement très semblables à celles qui résultent des études dans la plaine abyssale ; on observe simplement un étirement de chaque courbe correspondant à une épaisseur plus grande des dépôts.

Ainsi dans cette portion médiane du anyon, dans une région relativement abritée puisque située sur un flanc, s'observe une série stratigraphique normale témoignant simplement d'un apport détritique qui a pour conséquence d'augmenter sensiblement mais régulièrement le taux de sédimentation.

6.1.4.5. PARTIE AVAL DU CANYON ET DEBOUCHE DANS LA PLAINE ABYSSALE

Carotte CH.C. 6714

Longue de 5,40 m, cette coupe est située par 4220 m de fond au large du débouché du Canyon des Sables d'Olonne (fig. 31 et 32).

Les sédiments sont hétérogènes, constitués par une alternance irrégulière de couches de vase et de sables. L'épaisseur de ces derniers représente environ 28 % de la longueur totale de la carotte.

Les examens sédimentologiques ont montré que les dépôts correspondants forment des séquences sédimentaires typiques avec sables, laminae de sables et de vases, et vases.

En fait, dans cette carotte, on perçoit l'interférence de deux types de sédimentation :

- une sédimentation pélitique par décantation,
- des apports détritiques grossiers sporadiques vraisemblablement dûs à des courants de turbidité (CARALP, DUMON et al. 1968, p. 182).

Une telle carotte ne représente pas les conditions idéales pour l'étude des microfaunes planctoniques et des variations climatiques que l'on peut en déduire. Afin de limiter au maximum l'influence des microfaunes apportées en même temps que les éléments détritiques, les niveaux vaseux ont été de préférence retenus pour l'étude car ils sont peu susceptibles de contenir des éléments fauniques allochtones. Une étude détaillée des microfaunes benthiques (Foraminifères et Ostracodes) de cette carotte (CARALP, MOYES et VIGNEAUX, 1970) a d'ailleurs permis de localiser avec précision les passées turbides contenant des micro-organismes en provenance des régions hautes du canyon ou même de la plateforme proche (fig. 32).

Les courbes de répartition des microfaunes planctoniques réalisées ont été dressées uniquement à l'aide des horizons non sableux et à très faible poids de résidu.

Les résultats ainsi obtenus peuvent être schématisés comme suit (fig. 31) :

- *de 0 à 2,70 m.* s'individualise un ensemble relativement épais ayant livré une microfaune planctonique assez variée. Elle comprend des espèces subarctiques, transitionnelles et subtropicales en proportions sensiblement égales (pl. VI, fig. 2). Les espèces subtropicales les mieux représentées sont *Globigerinoïdes ruber* (les individus observés ont souvent gardé la couleur rose pouvant caractériser cette espèce, pl. III, fig. 2), *Orbulina universa*, *Globorotalia inflata*. Parmi les espèces subarctiques, *Globigerina pachyderma* est dominante sous sa forme dextre uniquement.

Cette microfaune a vécu sous un climat tempéré proche des conditions régnant actuellement dans le Golfe de Gascogne. Le dépôt correspondant peut être attribué à l'Holocène.

- *de 2,70 à 3,50 m.* le pourcentage des espèces subarctiques augmente assez brusquement jusqu'à atteindre 99% à 3,45 m. *Globigerina pachyderma* est à majorité senestre (pourcentage

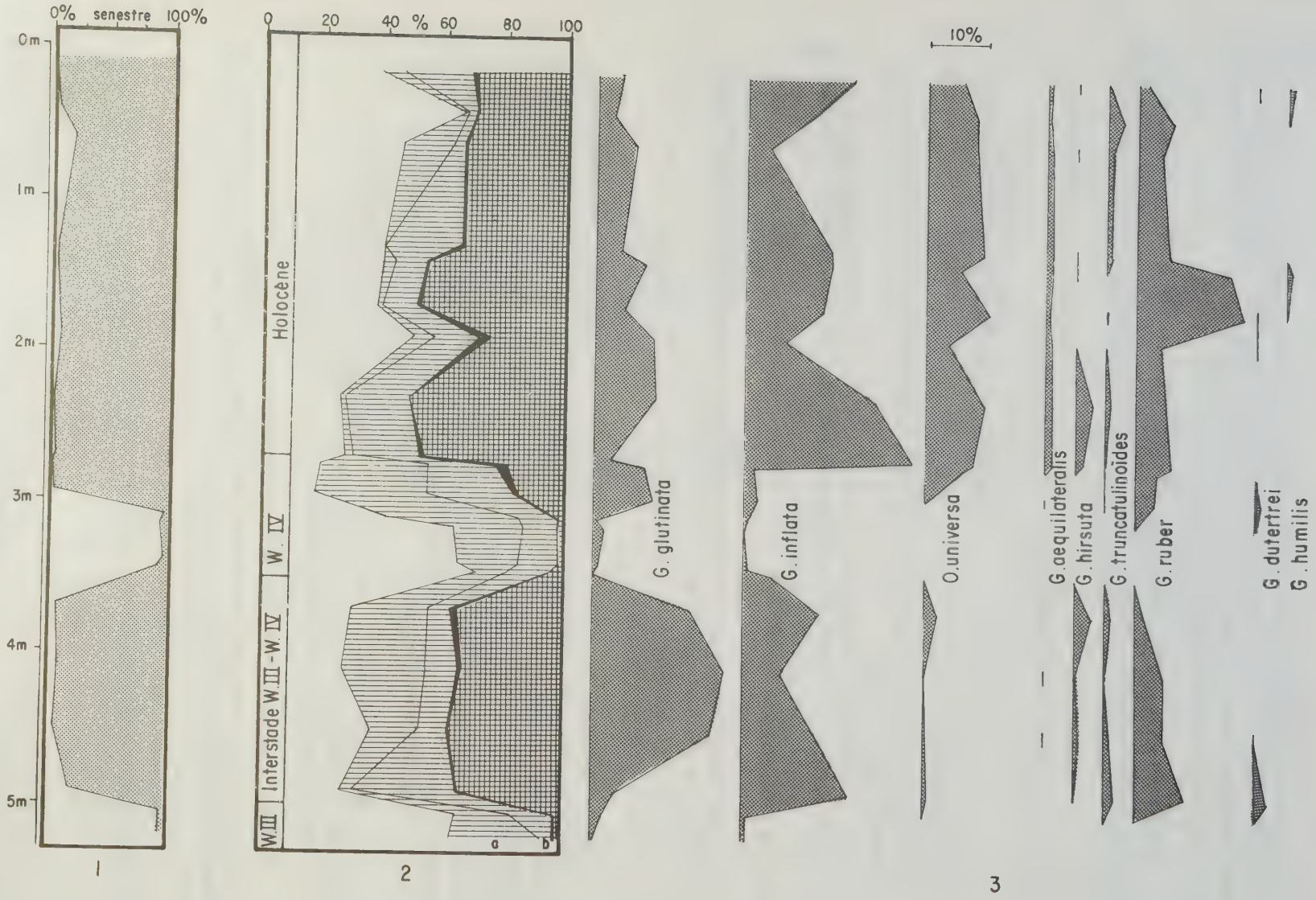


Fig . 31 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C.6714.

1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques: a : *Globigerina quinqueloba* b : *Globigerina bulloides*
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

3 Variation de fréquence des espèces transitionnelles et subtropicales

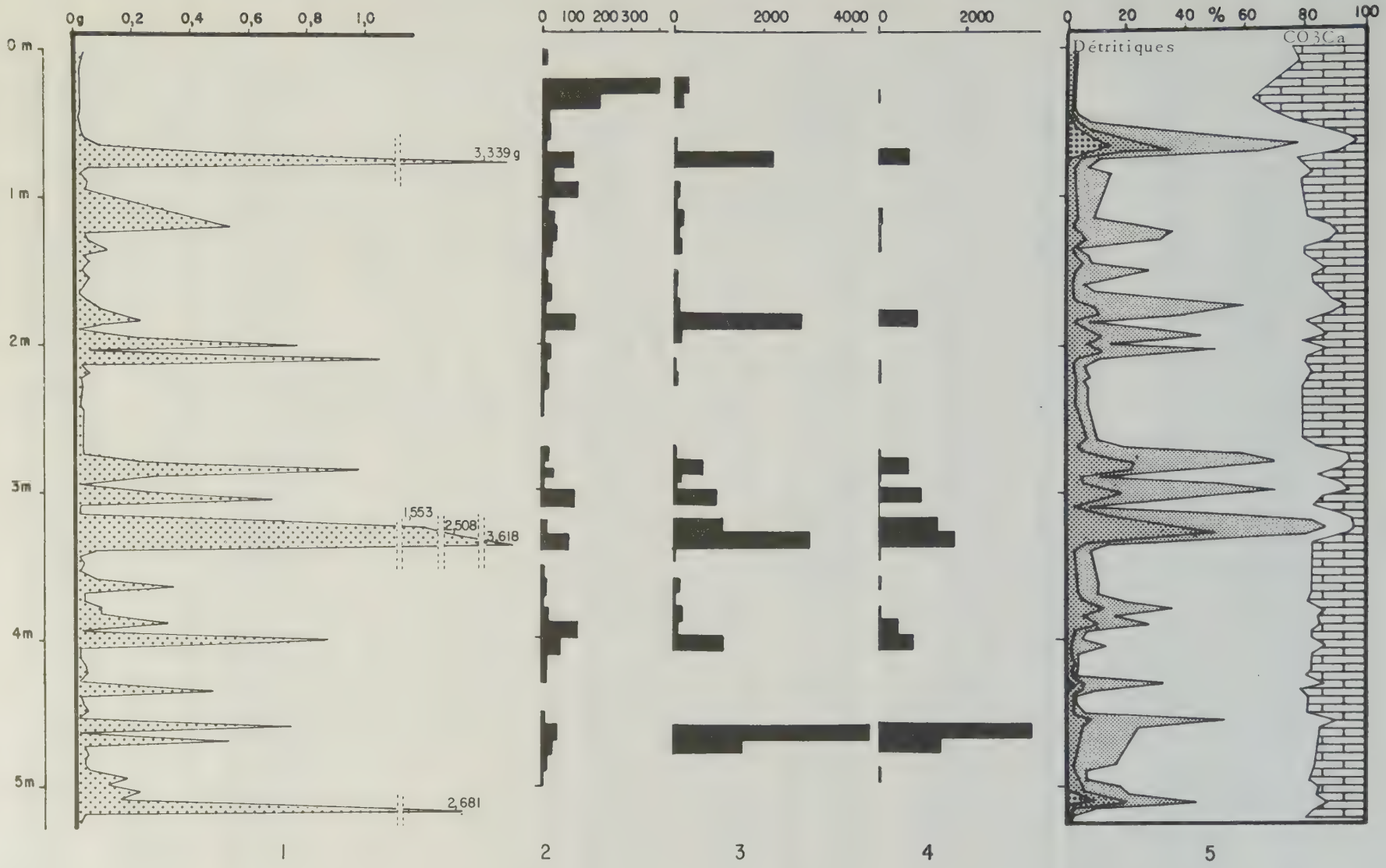


Fig 32 . CH.C 6714 : Données micropaléontologiques et sédimentologiques

1 - Poids du résidu de lavage (supérieur à 100 µ)

2 à 4 Répartition des microfaunes benthiques Foraminifères et Ostracodes)

2-bathyales-3-sublittorales-4-littorales

5 Lithologie

souvent supérieur à 90%) et s'associe à *G. bulloïdes et G. quinqueloba.*

Cet ensemble est très perturbé par des arrivées sableuses rythmiques.

Ces horizons se sont vraisemblablement constitués sous un climat froid presque glaciaire.

- *de 3,50 à 5m.* la microfaune planctonique redevient variée, les espèces subtropicales réapparaissent. *Globigerina pachyderma* est à nouveau dextre.

Le climat correspondant est tempéré.

- *de 5 m à la base.* la microfaune change brusquement puisqu'à nouveau les espèces subtropicales disparaissent. *Globigerina pachyderma,* associée à *G. quinqueloba* et à quelques *G. bulloïdes,* est senestre.

Le climat correspondant est froid.

Par comparaison avec la carotte CH.C. 6719 précédemment étudiée, on peut interpréter la succession comme suit :

Holocène	climat tempéré	0 à 2,70 m
Würm IV	climat froid	2,70 à 3,50 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré	3,50 à 5,00 m
Würm III	climat froid	5,00 à 5,40 m

Ainsi malgré les perturbations apportées dans cette coupe par les passées turbides, il est possible de rétablir la stratigraphie des dépôts correspondants.

Chaque stade climatique est représenté ici par une épaisseur notable de dépôts et le taux de sédimentation correspondant est environ cinq fois supérieur à celui de la coupe-type.

Une série de datation par $_{14}C$ a pu être réalisée. Les résultats obtenus sont les suivants :

0,20 - 0,40 m	4.900 ans	± 100 ans
1,00 - 1,20 m	14.300 ans	± 250 ans
2,50 - 2,70 m	18.000 ans	± 250 ans
3,50 - 3,70 m	23.600 ans	± 600 ans
4,70 - 4,90 m	25.800 ans	± 600 ans

La succession logique des âges mesurés sur des niveaux assez proches les uns des autres est tout à fait remarquable. De plus, l'ordre de grandeur de ces âges est assez en hormonie avec les hypothèses stratigraphiques émises ci-dessus.

Il semble cependant qu'un vieillissement marque ces résultats : ceci est sensible dans la datation faite au niveau 4,70 - 4,90 m. L'âge de 25.800 ans parait un peu ancien pour pouvoir correspondre à l'interstade Würm III-Würm IV.

Il est logique de supposer que les apports turbides fréquents le long de cette carotte et certainement présents dans les 20 cm de carotte nécessaires pour effectuer chaque datation, contiennent une certaine proportion de matériel calcaire ancien responsable d'un vieillissement artificiel du dépôt considéré.

6 1.4.6 COMPARAISON AVEC LE CANYON GASCOGNE I

Le petit nombre de carottes prélevées dans le Canyon des Sables d'Olonne et leur situation parfois trop axiale limitent malheureusement les résultats obtenus et la comparaison que l'on peut faire avec le Canyon Gascogne I. Toutefois, les phénomènes majeurs mis en évidence dans ce dernier se retrouvent ici :

- la carotte CH.C. 6717 située dans la portion amont du canyon est caractérisée par une lacune importante difficilement chiffrable des dépôts récents. Elle est en partie comparable à ce point de vue aux carottes CH.C. 6728 ou 6832 de la partie haute du Canyon Gascognel.

- la carotte CH.C. 6714 située au débouché de la plaine abyssale reflète bien les accumulations sédimentaires importantes. La succession stratigraphique obtenue est ainsi tout à fait comparable à celle dressée à propos de la carotte CH.C. 6836 de la base du Canyon Gascognelqui est marquée par un épaississement considérable de chaque phase climatique et par une succession complète. L'accumulation est simplement plus importante à la base du Canyon Gascogne I.

Cette augmentation du taux de sédimentation au débouché des canyons dans la plaine abyssale semble bien être un phénomène général, parfaitement logique d'ailleurs si l'on assimile les transports et les écoulements possibles le long d'un canyon à ce que l'on connait d'un régime torrentiel.

La carotte CH.C. 6719 présente des caractéristiques voisines de la carotte CH.C. 6714. Il est probable qu'elle a été prélevée assez loin de l'axe de canyon sur une pente relativement douce où une accumulation assez grande de dépôts reconnue depuis le Würm III a pu être conservée.

En revanche les caractéristiques de la carotte CH.C. 6711 située en tête de canyon paraissent assez à part. Généralement les carottes implantées dans de telles positions sont amputées d'une partie des dépôts récents et subrécents (carotte CH.C. 6723 ...) et de ce fait la partie amont des canyons est une zone d'érosion. Au niveau de la carotte CH.C. 6711 au contraire, il apparait que la sédimentation très récente holocène est conservée exceptionnellement - résultat peut-être d'un équilibre momentané de la zone considérée-.

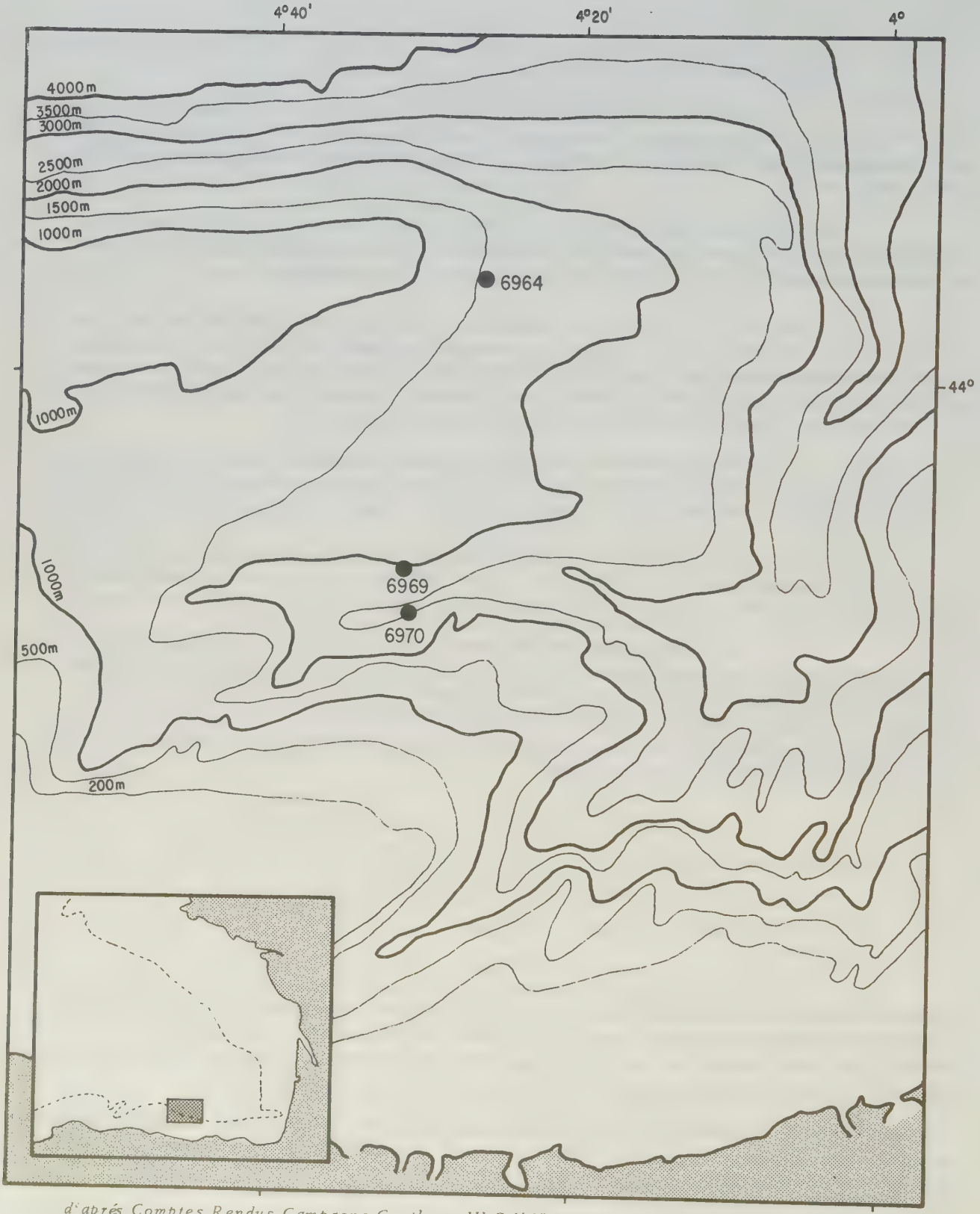
6.1.5. CANYON DE SANTANDER

6.1.5.1. GENERALITES

Au cours de la campagne Gestlante III, une série de prélévements a été faite dans le secteur de la marge continentale des Asturies constituant la partie occidentale du Canyon de Santander. L'objectif de cette campagne était un repérage d'affleurement anciens. Parmi les carottages effectués dans ce but, certains se sont révélés dépourvus de sédiments consolidés mais constituent des éléments d'informations précieux vis à vis de la stratigraphie du Quaternaire récent.

La marge continentale est beaucoup plus restreinte le long des côtes espagnoles que le long des côtes françaises, puisque la largeur du plateau continental est dans cette partie orientale du Golfe de l'ordre de 15 à 30 km.

Entre 4°et 5° long. W., la profonde entaille du Canyon de Santander marque la pente continentale ; ce canyon n'est pas simple puisqu'à mi-longueur sur son flanc W se branche une sorte de



d'après Comptes Rendus Campagne Gestlante III, Réf. IFP., 17 147 , 1969.

Fig . 33 : Situation des carottes prélevées à l'W. du Canyon de Santander.

diverticule s'enfonçant obliquement dans la pente continentale jusqu'au bord du plateau (fig. 33).

C'est précisément dans ce canyon secondaire que deux des carottes prélevées ont pu être étudiées (CH.C. 6969 et 6970).

Une troisième coupe prise sur le flanc W du Canyon de Santander avant son débouché dans la plaine abyssale (CH.C. 6964) complète l'étude. Il a paru intéressant d'examiner le comportement des microfaunes planctoniques dans ce secteur méridional du Golfe de Gascogne et de comparer les successions stratigraphiques obtenues avec celles connues en d'autres points du Golfe.

6.1 5 2 ETUDE DES PRELEVEMENTS

Parmi les 3 coupes citées, la carotte CH.C. 6969 est la plus longue (4,20 m). L'étude détaillée en a été faite et les résultats plus sommaires obtenus dans les autres coupes lui sont comparés.

Carotte CH.C. 6969

Le long de cette carotte, divers ensembles peuvent être reconnus. Le résidu de lavage (supérieur à 100µ) est assez faible de l'ordre de 0,20 g, entre 0 à 0,90 m, compris entre 0,20 g et 0,40 g de 0,90 à 1,60 m, inférieur à 0,10 g jusqu'à 3,20 m, compris entre 0,20 et 0,40 g à la base (fig. 34).

L'examen des microfaunes planctoniques montre des variations qui sont synchrones de celles du poids du résidu. La succession que l'on peut alors établir est la suivante :

- *de 0 à 0,90 m.* l'association faunique planctonique est variée : les espèces subarctiques constituent 65 à 70 %, les espèces transitionnelles 20 %, les espèces subtropicales 10 % avec *Globigerinoïdes ruber et Orbulina universa. Globigerina pachyderma* est dextre. Ces caractéristiques fauniques sont celles du climat tempéré actuel. Les dépôts correspondants représentent l'Holocène.

- *de 0,90 à 1,10 m.* alors que *G. pachyderma* est à dominante senestre (95 %) l'association faunique comprend 90% d'espèces subarctiques. Les dépôts contenant cette microfaune se sont constitués sous un climat froid que l'on peut attribuer au Würm IV.

- *de 1,10 à 1,30 m.* se localise une microfaune un peu moins froide que celle qui précéde puisque *G. pachyderma* montre 10 % d'individus dextres. Il semble logique de considérer cette courte période comme l'interstade Würm III-Würm IV.

- *de 1,30 à 1,60 m.* l'association faunique, différente de celle des niveaux sus-jacents est exclusivement subarctique : *G. pachyderma* uniquement senestre constitue 90 % de l'ensemble, *G. bulloïdes et G. quinqueloba* étant les deux autres espèces présentes mais rares.
Le climat arctique correspondant permet de donner l'âge Würm III à ces dépôts.

- *de 1,60 à 3,20 m.* l'association à nouveau diversifiée est marquée, outre les formes subarctiques, par l'abondance (20 - 25 %) de *Globorotalia scitula. G. pachyderma* est dextre dans une proportion oscillant entre 60 et 80 %.
Ces caractéristiques fauniques sont celles que l'on connait par ailleurs pour l'interstade Würm II-Würm III.

- *de 3,20 à la base (4,20 m).* la microfaune est subarctique, largement dominée par *G. pachyderma* senestre (98 à 100).
Le climat est arctique : ce stade glaciaire parait être le Würm II.

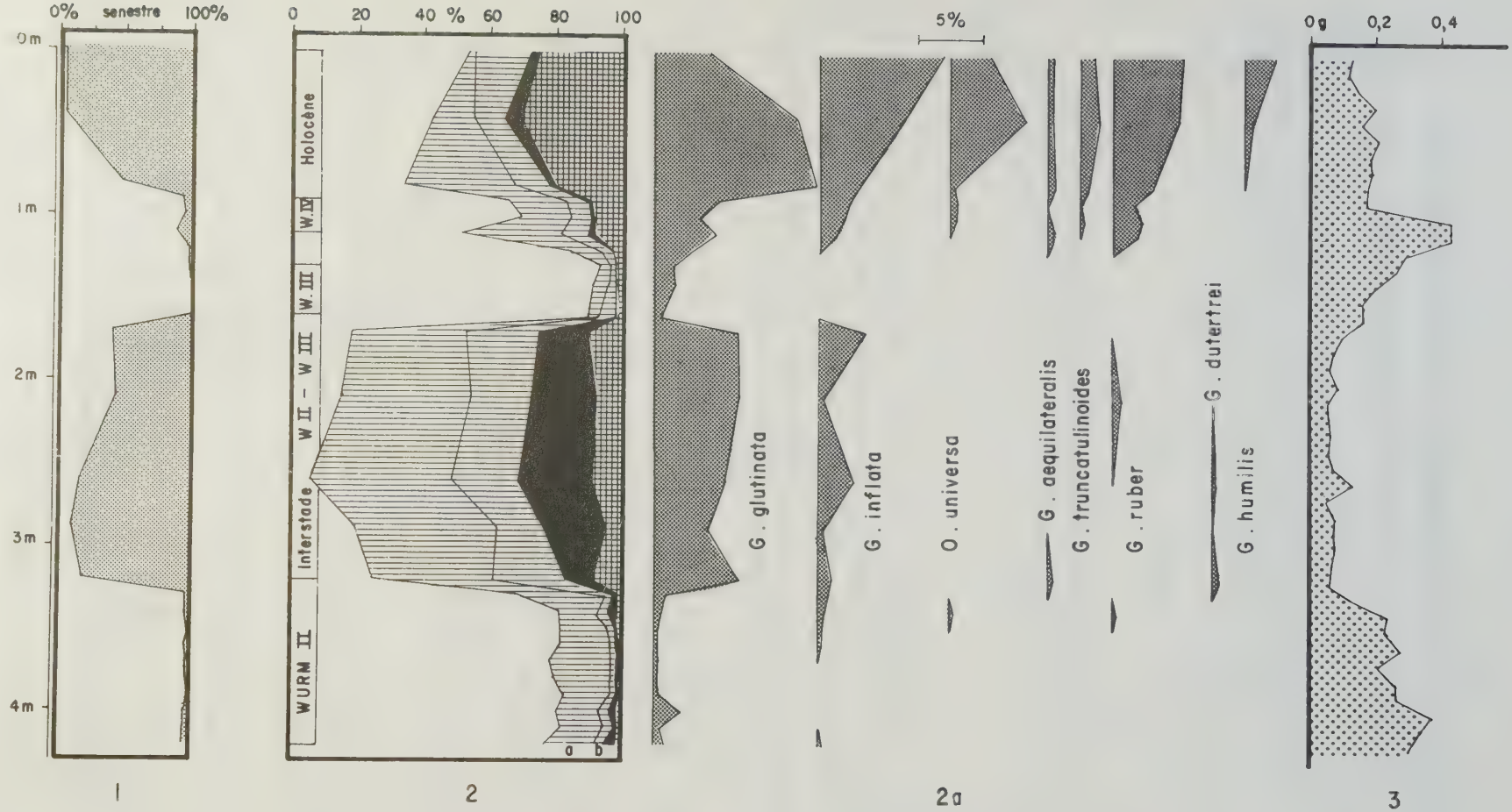


Fig . 34 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C.6969 .

1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques: a :*Globigerina quinqueloba* · b : *Globigerina bulloides*
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

2a : Variation de fréquence des espèces transitionnelles et subtropicales

3 : Poids du résidu de lavage (supérieur à 100μ)

En résumé, la succession stratigraphique obtenue est la suivante :

Holocène	climat tempéré	0 à 0,90 m
Würm IV	climat froid	0,90 à 1,10 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat plutôt froid	1,10 à 1,30 m
Würm III	climat arctique	1,30 à 1,60 m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré froid	1,60 à 3,20 m
Würm II (partie)	climat arctique	3,20 à 4,20 m

Les deux autres carottes prélevées dans ce secteur sont, en raison de leur longueur assez faible, moins intéressantes que la carotte CH.C. 6969. Les successions reconnues s'accordent avec cette dernière. Aussi donnons-nous simplement les résultats stratigraphiques obtenus :

Carotte CH.C. 6970

Le long des 1,50 m qui constituent cette petite coupe, la microfaune planctonique variée indique un climat tempéré laissant supposer que l'ensemble du dépôt est d'âge holocène.

Cette carotte est implantée, dans l'axe du canyon secondaire défini ci-dessus, à une profondeur de 2520 m. Par rapport à la coupe voisine CH.C. 6969, s'observe une nette augmentation du taux de sédimentation au niveau de l'Holocène qui témoigne de l'apport détritique important marquant l'axe du canyon.

Carotte CH.C. 6964

Cette coupe est située à environ 25 km de la carotte CH.C. 6969 sur le flanc W du canyon principal, c'est-a-dire à l'abri des zones préférentielles de transport de sédiments. La succession obtenue par l'examen des microfaunes planctoniques est la suivante :

Holocène	climat tempéré	0 à 0,30 m
Würm IV	climat froid	0,30 à 0,60 m
Interstade Würm III-Würm IV	climat tempéré froid	0,60 à 1,20 m
Würm III	climat arctique	1,20 à 2,20 m
Interstade Würm II-Würm III	climat tempéré	2,20 à 3,50 m

Les épaisseurs représentatives des différents stades climatiques sont en accord dans les deux coupes CH.C. 6969 et 6964. Toutefois dans la carotte CH.C. 6964, il est possible que la partie supérieure de l'Holocène n'ait pas été prélevée.

6.1 5.3 CONCLUSIONS

Comparées à la coupe-type, les successions sont complètes, aucun stade ou interstade ne manque. Toutefois, il convient de remarquer que les dépôts correspondant au Würm II (CH. C. 6969) indiquent un climat nettement arctique alors que, dans la coupe-type, des oscillations ont été notées.

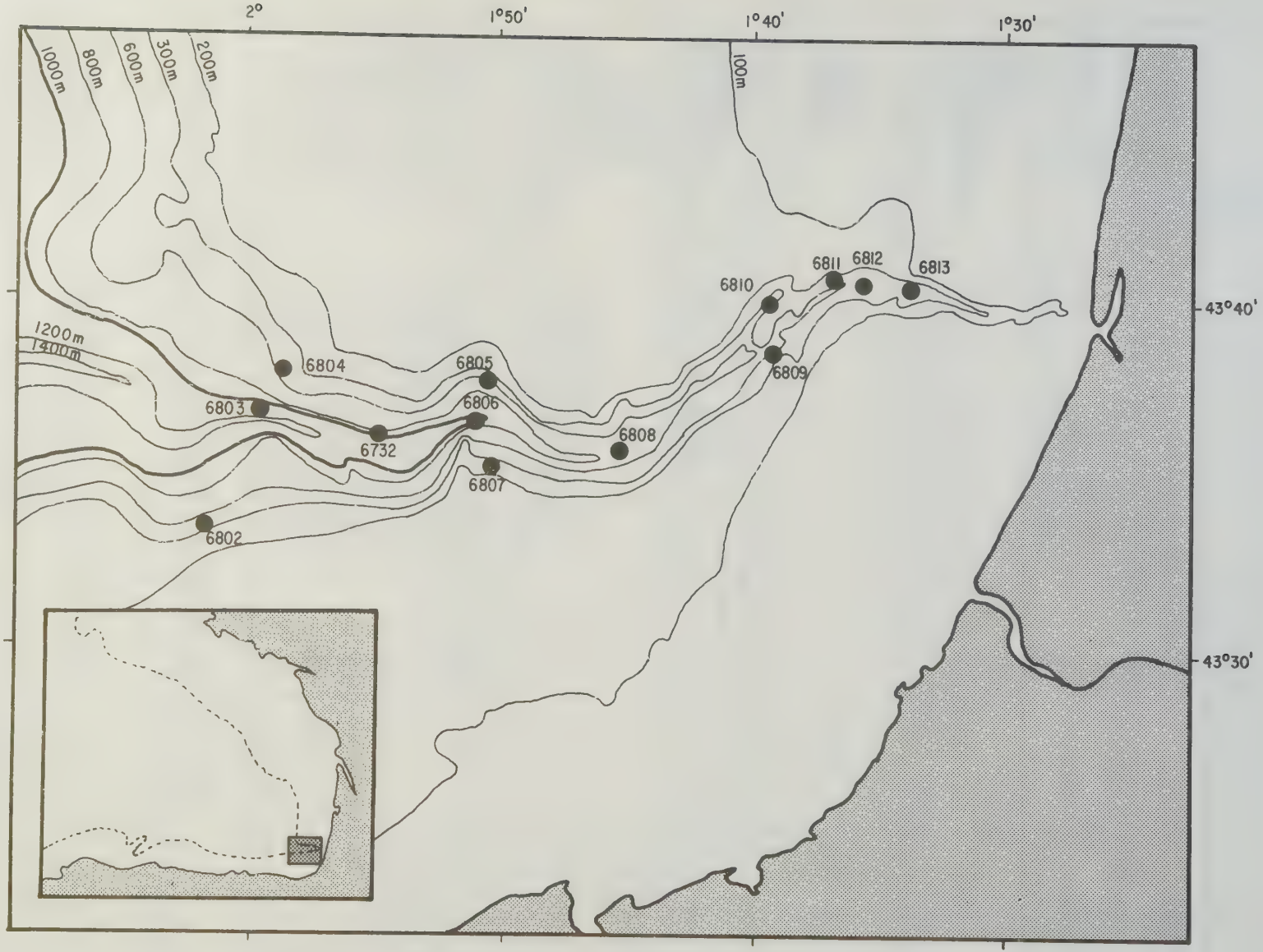


Fig . 35 : Situation des carottes prélevées le long du Gouf' de Cap Breton .

De ce fait, cette succession est très proche de celle obtenue par l'examen de la carotte CH.C. 6709 implantée à mi-pente continentale dans un secteur situé à l'abri d'un trajet de canyon.

6.1.6. LE GOUF DE CAP-BRETON

6.1.6.1. GENERALITES

Le Gouf de Cap-Breton, connu de longue date, a déjà fait l'objet d'un certain nombre de travaux d'ordre géologique. Parmi les plus récents nous citerons les publications de NESTEROFF et al. (1968) et de PEYPOUQUET (1970).

Cette entaille se présente comme un cas particulier de canyon. En effet, il est profondément inséré dans la plate-forme continentale jusqu'au voisinage immédiat de la côte actuelle.

Il est donc intéressant d'étudier la partie amont de ce gouf qui constitue en quelque sorte un «canyon du plateau continental» (VIGNEAUX, 1971). Des études géomorphologiques récentes (VIGNEAUX et al., 1970) ont conduit PRUD'HOMME (p. 77) à proposer de considérer la partie amont du Gouf (entre les méridiens 1°30' et 2°05' W) comme «un fossé synclinal de direction pyrénéenne, haché de cassures subméridiennes et présentant un maximum de creux tectoniques -peut-être de subsidence- dans sa partie médiane, sans préjuger de l'amplitude réelle du phénomène».

L'étude de ce canyon sur la base des microfaunes planctoniques a été faite non pas dans le seul but de dresser une stratigraphie détaillée, mais plutôt dans celui de connaitre les particularités du comportement des microfaunes dans la zone la plus extrême-orientale du Golfe de Gascogne.

Un certain nombre de carottes (fig. 35) a été prélevé (entre 1°30' et 2°05' W) dans le Gouf ou sur ses flancs, lors de campagnes effectuées en 1967 et 1968. Malheureusement, la longueur de ces carottes reste assez faible de l'ordre de 3 m en moyenne dans la partie amont du Gouf, de 1 m ou même moins dans les autres secteurs ; ceci limite beaucoup les résultats d'ordre stratigraphique.

Les premières données concernant ce matériel carotté ont été groupées dans une publication antérieure (VIGNEAUX et al., 1970) ; ils sont repris et développés ci-dessous.

Trois domaines peuvent être distingués le long du canyon d'après les observations effectuées sur les sédiments carottés : la zone amont, la zone médiane et l'aval du Gouf.

6.1.6.2. AMONT DU GOUF

Cinq carottes sont implantées dans la partie amont du Gouf, c'est-à-dire à l'E du méridien 1°46'W. Ce sont d'amont en aval : les coupes I.G.B.A. 6813, 6812,6810, 6809,6808 qui ont été prélevées entre 300 et 700 m, c'est-à-dire à des profondeurs équivalentes aux têtes de canyons étudiées précédemment ; mais ici ces carottes sont réparties le long d'un ensemble totalement différent du point de vue morphologique, puisque largement étalé entre 1°32' et 1°45'. L'axe du canyon dans ce secteur est d'environ 20 km.

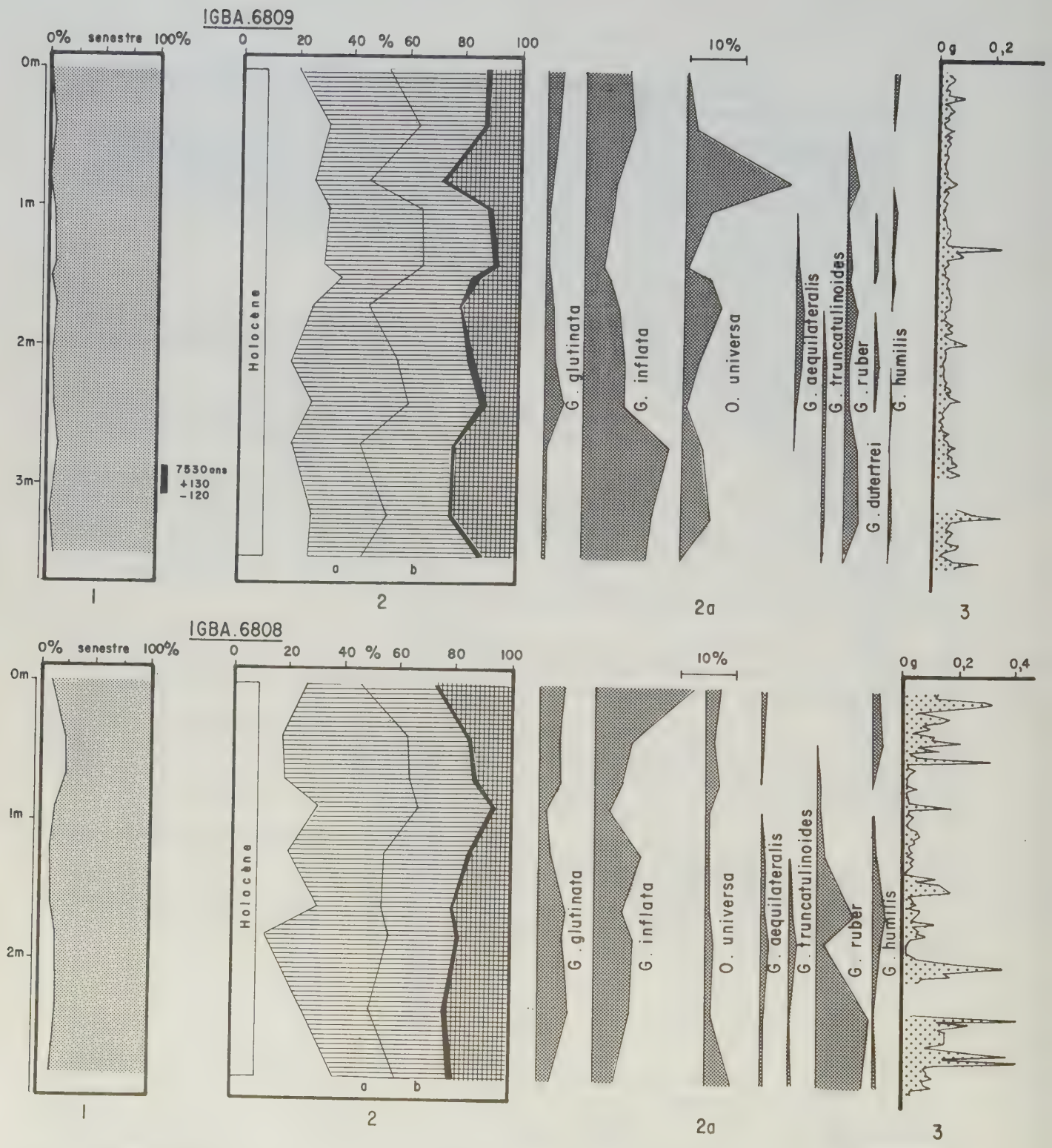


Fig 36 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes IGBA 6808 et IGBA 6809.

1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques: a : *Globigerina quinqueloba* b : *Globigerina bulloides*
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

2a : Variation de fréquence des espèces transitionnelles et subtropicales

3 : Poids du résidu de lavage (supérieur à 100 µ)

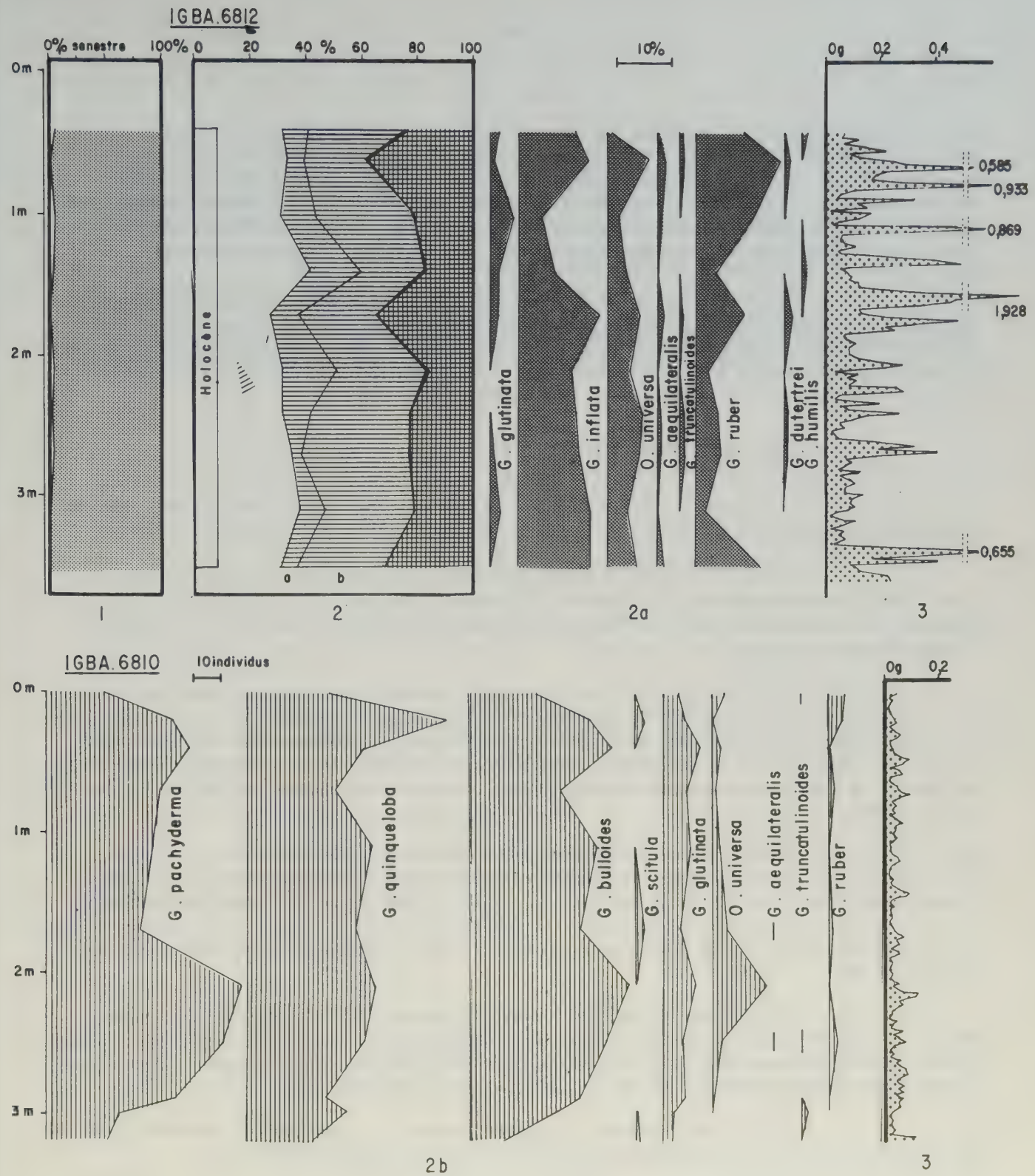


Fig . 37 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes IGBA.6810 et IGBA.6812

1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

2 Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques : a : *Globigerina quinqueloba* ; b : *Globigerina bulloides*
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

2a : Variation de fréquence des espèces transitionnelles et subtropicales

2b : Variation du nombre d'individus par espèce

3 . Poids du résidu de lavage (supérieur à 100 μ)

Carotte I.G.B.A. 6813

Longue de 0,35 m, c'est celle qui est implantée le plus haut dans le canyon à une profondeur de 300 m. La sédimentation sableuse (le résidu de lavage de 10 g de sédiment brut peut atteindre 1 g) qui la caractérise est assez bien expliquée par sa position dans l'axe même du canyon.

La bathymétrie élevée et le caractère sableux du dépôt sont deux éléments peu favorables à l'existence puis à la conservation d'une microfaune planctonique représentative d'un temps donné en milieu océanique. Les rares individus observés le long de cette coupe appartiennent à des espèces actuelles, transitionnelles et subtropicales : *Globorotalia inflata*, quelques *Orbulina et Globigerinoïdes ruber* qu'il est impossible de rattacher à un stade climatique quelconque.

Carottes I.G.B.A. 6808- 6809- 6810 et 6812

Les carottes I.G.B.A. 6808- 6809- 6810 et 6812 se sont révélées plus intéressantes. Les courbes obtenues étant très voisines pour ces quatre coupes, les résultats peuvent être groupés (fig. 36 et 37).

Dans l'ensemble le poids du résidu de lavage reste faible dans ces carottes : de l'ordre de 0,05 g dans la carotte I.G.B.A. 6809, 0,10 g dans la carotte I.G.B.A. 6808 mais la courbe est un peu plus irrégulière, voisine de 0,20-0,30 g et très irrégulière dans la carotte I.G.B.A. 6812 avec des pics assez fréquents de 1 g.

La microfaune planctonique recueillie est relativement pauvre. Le nombre d'individus est généralement voisin de 200, rarement égal à 1000. Cette pauvreté est déjà marquée dans la carotte I.G.B.A. 6808 ; la courbe du sens d'enroulement de *G. pachyderma* a dû être tracée avec un nombre d'individus inférieur à 100, ce qui limite la valeur du résultat obtenu. Elle est extrême le long de la carotte I.G.B.A. 6810 où les pourcentages de chaque espèce ne peuvent être établis en raison du peu d'individus présents aux différents niveaux.

Dans l'ensemble, l'association faunique est constituée d'espèces subarctiques, transitionnelles et subtropicales dans une proportion de 80% en faveur des premières qui sont illustrées d'une manière équilibrée par *G. pachyderma, G. bulloïdes et G. quinqueloba.* Les autres espèces importantes sont *Globorotalia inflata, Orbulina universa, Globigerinoïdes ruber. G. pachyderma* est dextre dans une proportion supérieure à 90% dans les carottes I.G.B.A. 6809 et 6812, supérieure à 80% dans la carotte I.G.B.A. 6808.

Ces caractéristiques sont celles d'une période à climat tempéré : la rareté de *Globorotalia scitula* et le sens d'enroulement dextre de *G. pachyderma* sont des arguments en faveur d'un âge récent du dépôt correspondant. Il s'agit là vraisemblablement de formations holocènes mais une plus grande précision ne peut pas être obtenue par les seules microfaunes planctoniques.

Afin de sortir de cette impasse, une datation par la mesure de l'activité en $_{14}C$ a pu être réalisée sur le sédiment compris entre 2,90 et 3,10 m dans la carotte I.G.B.A. 6809.

Le résultat en est: 7530 ans $\begin{cases} + 130 \text{ ans} \\ - 120 \text{ ans} \end{cases}$

Il confirme donc l'attribution stratigraphique qui précéde. Toutefois, bien que ces dépôts soient bien postérieurs au Würm IV, il est toujours possible qu'une partie de l'Holocène ait été érodée ou déplacée.

L'étude des microfaunes benthiques précédemment réalisée (PEYPOUQUET, 1970) montre en effet le mélange d'une microfaune en provenance de niveaux bathymétriques supérieurs à la microfaune en place. C'est en effet dans cette portion amont du Gouf de Cap-Breton que se localise, en surface, ce que PEYPOUQUET appelle la thanatocoenose II (carte 5 et p. 221) qui est constituée des espèces d'Ostracodes du plateau continental en l'absence de biocoenose (carte 4 et p. 188).

Ainsi, la microfaune planctonique recueillie qui a probablement vécu dans la tranche d'eau supérieure doit-elle être en partie mélangée avec une microfaune peut-être synchrone en provenance du plateau continental. Toutefois, en ce qui concerne les Foraminifères planctoniques et dans ce cas précis, le mélange doit rester minime car la densité des formes planctoniques pouvant vivre sur la plate-forme voisine du Gouf (c'est-à-dire à des profondeurs inférieures à 100 m) est très faible.

Remarque :

La microfaune planctonique recueillie le long de ces carottes montre, par rapport aux résultats obtenus dans le domaine abyssal du Golfe de Gascogne, une augmentation sensible de la proportion relative des deux espèces subarctiques *Globigerina bulloïdes et G. quinqueloba* , ceci au détriment des espèces transitionnelles et subtropicales. L'association faunique ainsi constituée comprend alors une proportion plus grande d'espèces de petite taille (pl. X, fig. 2).

Ces observations caractérisent, semble-t-il, le Gouf de Cap-Breton dans sa partie haute, et n'ont été faites dans aucun autre canyon du Golfe de Gascogne. En revanche, des constatations semblables seront émises ultérieurement à propos des microfaunes étudiées dans la partie externe du plateau continental (100 à 200 m).

Il apparait que cette partie haute du Gouf de Cap-Breton, étroitement enchassée dans le plateau continental, a été et est encore le lieu d'une sédimentation pélagique qui est peu compatible avec l'épaisseur de la tranche d'eau qui la caractérise (200 à 700 m); mais surtout, elle présente des caractéristiques assez proches de celle s'effectuant sur la partie externe des plate-formes continentales situées de part et d'autre (entre 100 et 200 m).

Ces hypothèses expliqueraient bien également la pauvreté de la microfaune planctonique dans ce secteur du Gouf et la pauvreté numérique de certaines espèces actuelles bien représentées par ailleurs dans le Golfe de Gascogne.

6.1.6.3. PARTIE MEDIANE DU GOUF

Il s'agit de la portion du Gouf comprise entre 1° 46' et 1° 55' long. W. La configuration topographique de cette portion médiane du canyon est intéressante à signaler. En effet, le flanc S émet une sorte de diverticule en direction de l'axe du canyon qui est obligé de faire un méandre (fig.35). Il se constitue ainsi une sorte de «seuil» qui doit en partie isoler la zone amont du milieu océanique profond.

Quatre carottes y ont été prélevées : ce sont les coupes I.G.B.A. 6805,6807, 6806 et 6732.

Les carottes 6805 et 6807 se placent à l'E du «seuil» de part et d'autre de l'axe du canyon : 6805 sur le flanc N, 6807 sur le flanc S. Les carottes 6806 et 6732 se situent à l'W du seuil dans l'axe du canyon.

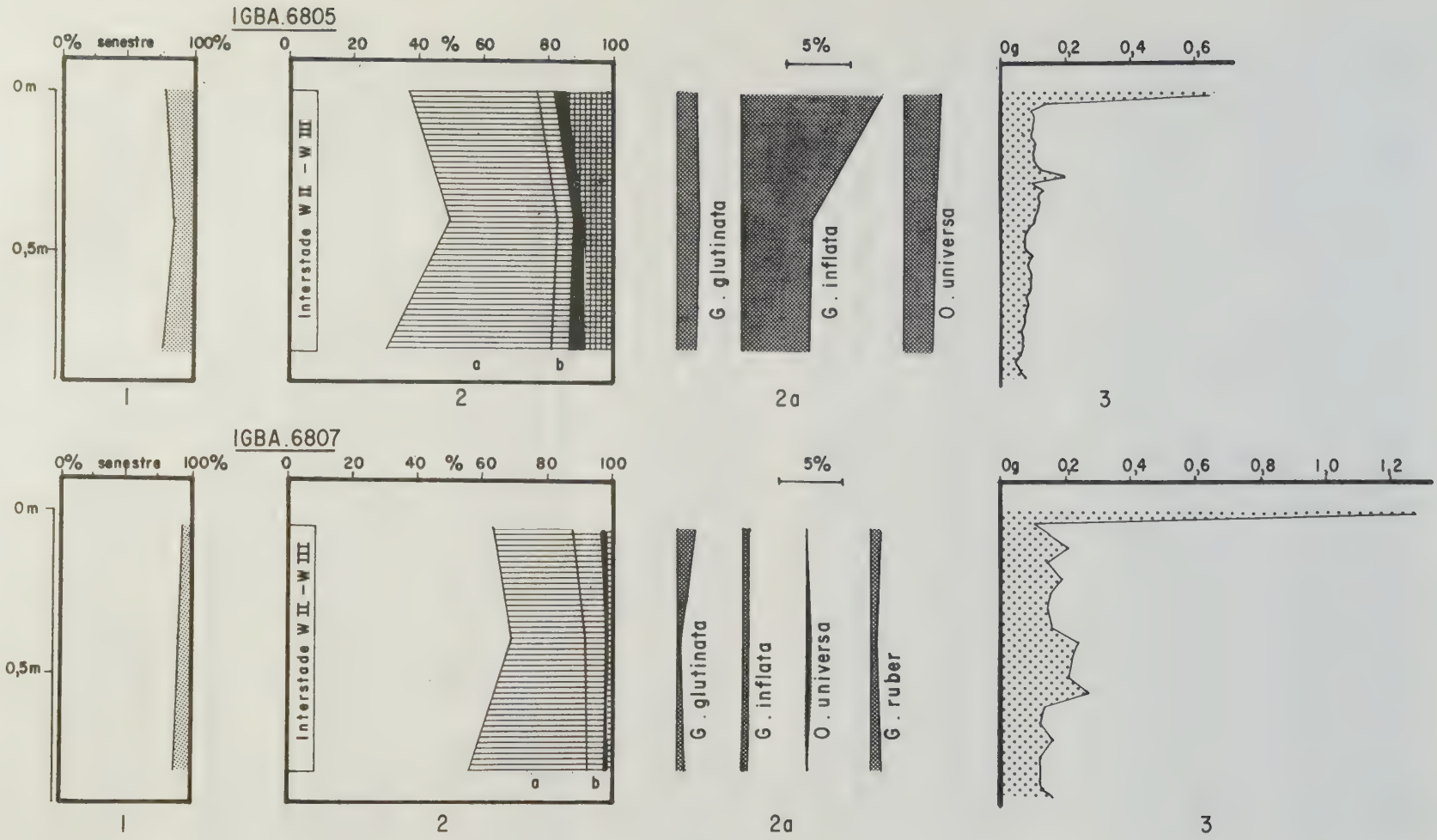


Fig . 38 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes IGBA.6805 et IGBA.6807.

1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*

2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques

- *Globigerina pachyderma*
- Autres espèces subarctiques : a : *Globigerina quinqueloba* ; b : *Globigerina bulloides*
- *Globorotalia scitula*
- Autres espèces transitionnelles et subtropicales

2a : Variation de frèquence des espèces transitionnelles et subtropicales

3 : Poids du résidu de lavage (supérieur à 100µ) .

6.1.6.3.1. A l'E du seuil

Carotte I.G.B.A. 6805

Le résidu de lavage des 10 g de sédiment brut prélevé le long de cette coupe est constant et de l'ordre de 0,10 g. Le dépôt est donc essentiellement vaseux.

L'étude des microfaunes planctoniques (fig. 38) fait ressortir une certaine homogénéité à la fois qualitative et quantitative. En effet, le long des 0,90 m qui constituent cette coupe, il a été possible de reconnaitre une seule association faunique marquée :

- par des *Globigerina pachyderma* senestre à 80-85% et constituant de 35 à 45% de l'ensemble faunique.
- par la grande abondance des espèces subarctiques *Globigerina quinqueloba* (35%) et *G. bulloïdes.*
- par la présence notable (5%) de *Globorotalia scitula* et de quelques autres espèces subtropicales (10% environ).

Ces caractères permettent de penser que le climat ayant correspondu à ces dépôts était tempéré mais assez froid (pauvreté numérique des espèces subtropicales, présence de *G. pachyderma* sous sa forme senestre).

Par comparaison avec la coupe-type et les autres sections précédemment étudiées, ces dépôts pourraient représenter une faible partie d'un important interstade du Würm vraisemblablement l'interstade Würm II-Würm III.

Remarque : il est intéressant de noter le pourcentage extrêmement fort de *G. quinqueloba* nettement supérieur à ceux connus pour cette petite forme dans le Golfe de Gascogne.

Carotte I.G.B.A. 6807

Les observations faites sur les microfaunes planctoniques recueillies le long des 0,90 m qui constituent cette carotte sont voisines de celles relatives à la coupe précédente. Le poids du résidu de lavage oscille de 0,10 g à 0,20 g témoignant bien de la faible quantité des éléments détritiques des dépôts correspondants.

L'association faunique homogène le long de la coupe (fig. 38) comprend trois espèces dominantes subarctiques : *Globigerina pachyderma. G. bulloïdes et G. quinqueloba.* Les autres rares espèces représentent moins de 5% de l'association. De plus, *G. pachyderma* est senestre (90%).

Le climat correspondant à cette microfaune est froid sans être glaciaire. Il semble que l'on puisse rattacher les dépôts correspondants à un interstade du Würm peut-être comme dans le cas précédent, à celui du Würm II-Würm III, mais la pauvreté numérique de *Globorotalia scitula* rend cette attribution très hypothétique.

La remarque émise à propos de la carotte I.G.B.A. 6805 au sujet de *Globigerina quinqueloba* peut être à nouveau faite ici.

Le fait majeur qui ressort de l'étude de ces deux carottes tient principalement dans l'absence de dépôts récents en ce secteur particulier du Gouf. La lacune est d'importance puisqu'elle couvre au minimum tous les dépôts postérieurs à l'interstade Würm II-Würm III, peut-être plus étant donnée l'incertitude stratigraphique qui plane sur les dépôts constituant la carotte I.G.B.A. 6807.

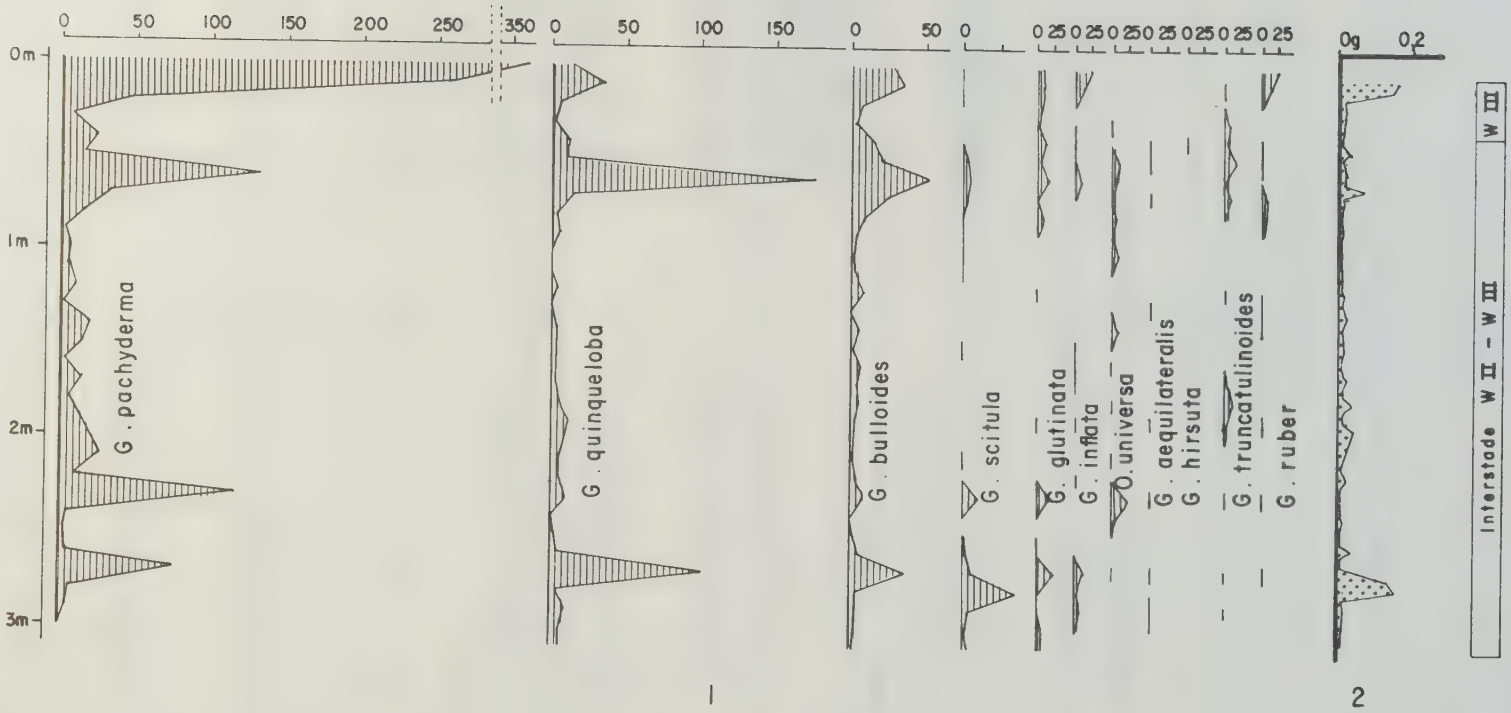


Fig 39 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte IGBA.6732.

1 Nombre d'individus par espèce

2 Poids du résidu de lavage (supérieur à 100μ).

6.1.6.3.2. A l'W du seuil

Les carottes I.G.B.A. 6806 et 6732 prélevées également dans la partie médiane du Gouf sont situées à l'W du «seuil» défini ci-dessus. Elles sont de plus implantées dans l'axe du canyon.

Carotte I.G.B.A. 6806

Le poids du résidu de lavage reflète immédiatement cette dernière caractéristique puisqu'il atteint fréquemment 2 g et localement 6 à 8 g.

La microfaune de Foraminifères recueillie est caractérisée par un apport très fréquent d'espèces issues de niveaux bathymétriquement plus élevés (domaine littoral notamment). Cet apport est directement décelable par un simple examen des Foraminifères benthiques.

Des mélanges du même ordre mais plus difficilement discernables doivent également marquer les microfaunes planctoniques. En fait, ces dernieres sont assez pauvres le long de la coupe et d'autant plus pauvres que le résidu de lavage est plus sableux. Les rares espèces présentes sont subtropicales associées à quelques *Globigerina pachyderma* dextres.

Il est donc vraisemblable que les dépôts correspondants sont holocènes mais que l'image normale donnée par les microfaunes récentes est largement perturbée par les apports sableux importants qui se surimposent avec leur contenu faunique à la microfaune planctonique provenant de la tranche d'eau supérieure.

Carotte I.G.B.A. 6732

Cette carotte est située sur le flanc droit du canyon à une profondeur de prélèvement de 850 m. Elle est donc un peu à l'abri des apports sableux importants de l'axe qui caractérisent la carotte I.G.B.A. 6806. L'examen macroscopique du sédiment montre l'existence de petits lits sableux fréquents mais peu épais qui s'intercalent au sein d'une vase tout au long de la coupe.

La microfaune planctonique est caractérisée d'une manière générale par son extrême pauvreté. Cet état de choses nous a obligé à tenir compte uniquement des niveaux non sableux qui se sont avérés être également les plus riches en microfaune (fig. 39).

Deux ensembles peuvent être individualisés le long de la coupe :

- *de 0 à 0,30 m*, la microfaune est restreinte aux trois espèces subarctiques *G. pachyderma* largement dominante (75 %) et senestre, *G. quinqueloba* et *G. bulloïdes*.
Le climat est froid, pratiquement arctique. Le dépôt correspondant représenterait une partie d'une phase glaciaire.

- *de 0.30 à 3,10 m (base de la carotte)*. dans les rares niveaux où l'ensemble faunique a permis la réalisation de pourcentage significatif, les deux espèces *Globigerina quinqueloba* et *G. bulloïdes* deviennent proportionnellement plus fréquentes (50 %) au détriment de *G. pachyderma* dont le pourcentage d'individus dextres est alors de 85% minimum. Le reste de l'association est constitué d'espèces subtropicales et transitionnelles parmi lesquelles *Globorotalia inflata*, *Globigerinita glutinata* et surtout *Globorotalia scitula* sont bien représentées.

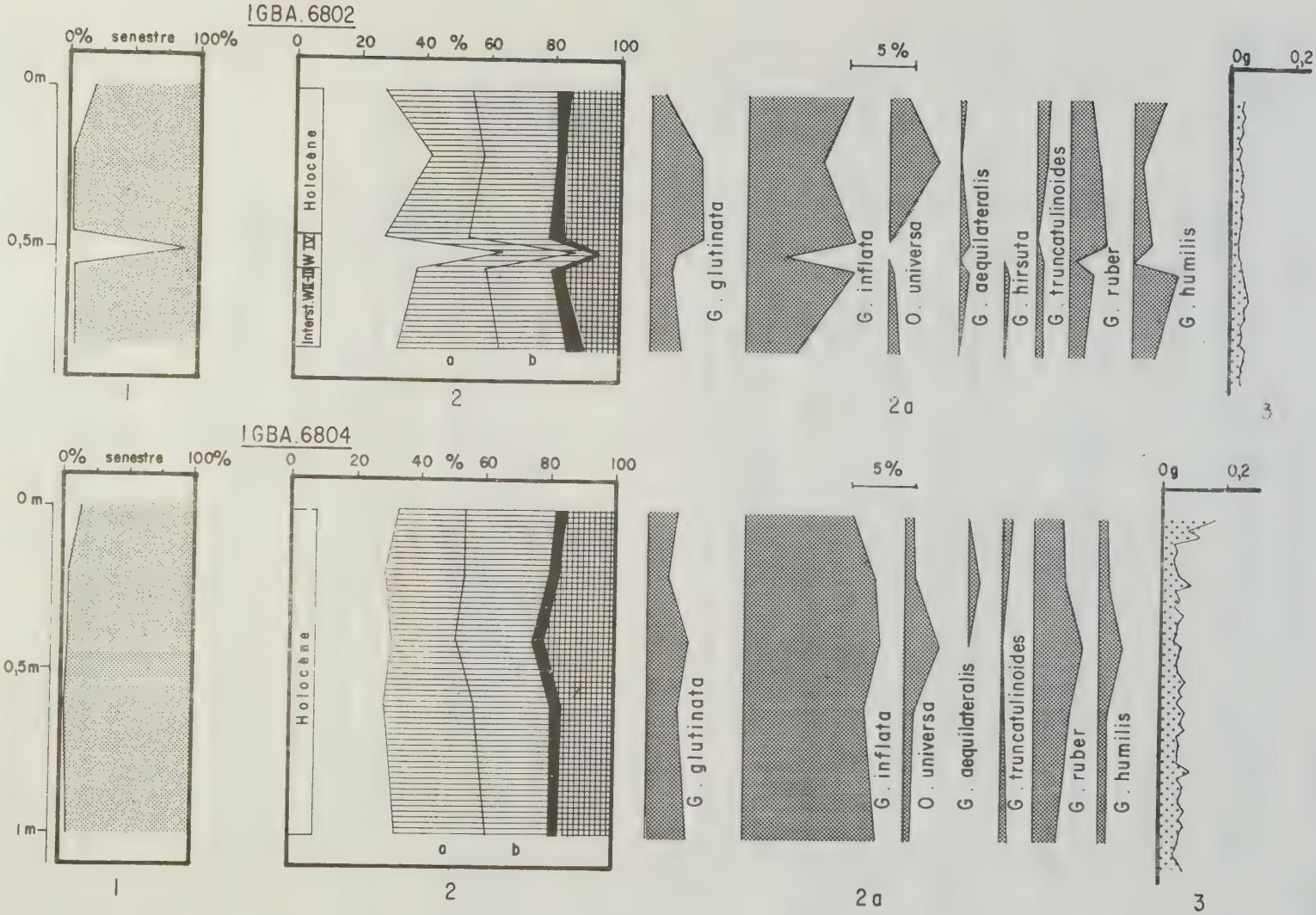


Fig . 40 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes IGBA.6802 et IGBA.6804.
1 : Variation du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma*
2 : Répartition des différents groupes de Foraminifères planctoniques
Globigerina pachyderma
Autres espèces subarctiques : a : *Globigerina quinqueloba* , b :*Globigerina bulloides*
Globorotalia scitula
Autres espèces transitionnelles et subtropicales
2a : Variation de fréquence des espèces transitionnelles et subtropicales
3 : Poids du résidu de lavage (supérieur à 100 µ).

Il semble donc que le climat correspondant soit tempéré mais reste toutefois assez froid en raison de la faible quantité des espèces subtropicales. Par suite, ces dépôts pourraient être assimilés à une partie d'un interstade du Würm, probablement, l'interstade Würm II-Würm III en raison de la relative abondance de *Globorotalia scitula*. En conséquence, les dépôts supérieurs (0 à 0,30 m) représenteraient la base du stade glaciaire Würm III.

La série stratigraphique normale se trouve donc amputée dans cette carotte des dépôts les plus récents et la lacune correspond au temps compris entre la partie moyenne du Würm III et l'époque actuelle.

En conclusion il ressort de l'étude de la partie moyenne du Gouf, que dans trois carottes une absence de dépôt a pu être observée correspondant à la partie terminale du Quaternaire. Les premiers horizons prélevés appartiennent vraisemblablement au Würm III. Malheureusement, il n'y a pas de datation par $_{14}C$ pour confirmer ou non les hypothèses micropaléontologiques.

La seule carotte de cette zone géographique qui parait avoir livré des dépôts récents est la carotte I.G.B.A. 6806 implantée dans l'axe du canyon. Il semble bien que cet emplacement soit en fait un lieu de passage des sédiments détritiques issus de la zone amont et les dépôts prélevés ne représentent que fort partiellement le véritable aspect de la sédimentation dans ce secteur.

6.16 4 PARTIE AVAL DU GOUF

Au débouché du Gouf vers la plaine abyssale, trois carottes de faible longueur (de l'ordre du mètre) sont implantées sur les flancs : carottes I.G.B.A. 6801 (0,30 m seulement), 6802 et 6804 et dans l'axe : carotte I.G.B.A. 6803.

La carotte I.G.B.A. 6802. est la plus intéressante (fig. 40). En effet, diverses associations fauniques peuvent y être distinguées, malgré un poids du résidu de lavage particulièrement constant et voisin de 0,04 g :

- *Au sommet de 0 à 0.45 m.* la microfaune planctonique comprend des espèces subarctiques (80 %), des espèces transitionnelles et subtropicales (20 %) ; *Globigerina pachyderma* est dextre.

- *De 0.45 à 0.55 m.* une brusque augmentation du pourcentage des espèces subarctiques s'observe ainsi qu'un sens d'enroulement préférentiellement senestre de *Globigerina pachyderma*

- *A la base. de 0.55 à 0.80 m.* l'association faunique est à nouveau très comparable à celle du sommet.

Ainsi s'intercale un court épisode témoignant d'un climat glaciaire, entre deux ensembles marqués par des conditions de température tempérées assez chaudes.

Les dépôts correspondants peuvent être interprétés comme suit :

Holocène	climat tempéré	0 à 0,45 m
Würm IV	climat froid	0,45 à 0,55 m
Interstade Würm III-Würm IV (en partie)	climat tempéré	0,55 à 0,80 m

La carotte I.G.B.A. 6804 implantée sur le versant opposé du Gouf a livré tout le long de la coupe, une microfaune planctonique homogène d'âge holocène. (fig. 40).

Il en est de même le long des 30 cm qui constituent la carotte I.G.B.A. 6801 située légèrement en amont par rapport à la carotte I.G.B.A. 6804.

Ainsi sur les flancs du Gouf de Cap-Breton dans sa partie aval, les dépôts récents - ceux de l'Holocène notamment-sont conservés contrairement à ce qui a été observé dans la partie médiane du Gouf.

La carotte I.G.B.A. 6803, est marquée par un résidu beaucoup plus important que celui des carottes précédentes ; il atteint souvent 1 g et dépasse parfois 1,5 g. Ce résidu est alors sableux et l'examen des microfaunes benthiques montre un pourcentage notable d'espèces peu profondes, littorales en particulier (VIGNEAUX et al., 1970, p. 82).

Les caractéristiques sédimentologiques de cette carotte sont donc assez proches de celles de la carotte I.G.B.A. 6806 étudiée précédemment et sont peu favorables à l'examen des individus planctoniques. En effet, le nombre de ces individus reste toujours faible, mais les espèces présentes dénotent un climat tempéré : les dépôts correspondants sont vraisemblablement holocènes mais proviennent en grande partie des zones supérieures et seront sans doute dans un avenir prochain entraînés à nouveau vers l'aval et vers la plaine abyssale.

6.1.6.5. CONCLUSIONS

De l'étude des microfaunes planctoniques recueillies dans les carottes du Gouf de Cap-Breton, quelques remarques peuvent être faites quant à l'aspect de la microfaune. D'une manière générale, en effet, cette microfaune est caractérisée par une certaine pauvreté liée à une augmentation proportionnelle des espèces de taille moyenne ou petite : cela est vrai au moins pour les portions amont et médiane. De plus, dans la zone amont en particulier, la microfaune recueillie à des profondeurs comprises entre 300 et 700 m a plus de points commun avec une microfaune planctonique de plateau continental en région tempérée, qu'avec une microfaune d'un domaine océanique franc (tranche d'eau supérieure à 200 m).

Ainsi, la microfaune de la partie amont du Gouf de Cap-Breton présente des pourcentages des espèces de l'Holocène par exemple, assez différents de ceux que l'on a pu observer dans les positions amont d'autres canyons du Golfe de Gascogne : carotte CH.C. 6711 du canyon des sables d'Olonne, carotte CREO 6302 située au bord du plateau continental (CARALP, MOYES et VIGNEAUX, 1967).

6.1.6.6. COMPARAISON DES RESULTATS DU CANYON DE CAP-BRETON AVEC LES CANYONS SEPTENTRIONAUX

Une comparaison des résultats obtenus pour le Gouf de Cap-Breton et pour le Canyon Gascogne I par exemple, fait apparaître quelques points communs mais surtout beaucoup de différences.

Dans les deux cas, l'axe des canyons est occupé, par un dépôt partiellement détritique et sableux au sein duquel les microfaunes planctoniques sont généralement très pauvres. De plus, cette microfaune est en partie allochtone de la même manière que les éléments benthiques le sont. C'est le cas, entre autre, des carottes I.G.B.A. 6806 et 6803 à Cap-Breton, CH.C. 6729 dans le Canyon Gascogne, et en partie CH.C. 6714 dans le canyon des Sables d'Olonne.

Dans les canyons précédemment étudiés, l'absence de conservation des dépôts récents dans la partie haute du canyon est presque partout la régle. La lacune observée couvre en général une période de temps assez longue allant souvent jusqu'au Würm III parfois plus bas. Il n'en est pas de même à Cap-Breton dans le groupe des carottes situées en amont du «seuil»; des dépôts d'âge holocène ont été reconnus par les microfaunes planctoniques et datés par le $_{14}C$ (7530 ans entre 2,90 et 3,10 m carotte I.G.B.A. 6809). Toutefois, il a été signalé ci-dessus la part importante que prend dans ces carottes l'apport d'un matériau plus littoral dont les microfaunes planctoniques, heureusement rares, se mêlent à celles qui sont en place.

La partie amont du Gouf de Cap-Breton peut donc être à l'heure actuelle, c'est-à-dire au cours de l'Holocène terminal, considérée comme une zone d'accumulation et de conservation des dépôts postérieurs au Würm. Seul l'axe du canyon (carotte CH.C. 6813) parait être le lieu de transport plus important encore que la faible longueur du prélèvement étudié ne permette pas de conclure. Il semble que cette partie amont du Gouf de Cap-Breton constitue un milieu en partie isolé. La présence du «seuil» à 1°50' W renforcerait cette hypothèse de même que la composition particulière de la microfaune planctonique. Ce secteur du Gouf n'est donc en rien comparable aux têtes de canyons étudiés précédemment puisque ces dernières sont caractérisées par une érosion notable des dépôts holocènes et en partie des dépôts würmiens.

Toutefois, à Cap-Breton, une zone érodée a été reconnue dans la partie médiane du Gouf qui englobe le «seuil». Là, la lacune couvre stratigraphiquement au moins l'ensemble des dépôts postérieurs au Würm III.

C'est également dans ce même domaine que NESTEROFF et al. (1968, p.242) ont signalé la présence au sein d'une carotte (P. 17) de pollens de la partie supérieure du Tertiaire associés à des formes quaternaires récentes.

Il semble donc que c'est seulement *à partir de ce seuil que le Gouf de Cap-Breton puisse être comparé aux autres canyons* marquant le talus continental du Golfe de Gascogne. La zone érodée que nous y avons reconnue à Cap-Breton parait être comparable aux zones érodées en tête des autres canyons.

De ce fait, toute la zone amont profondément enchassée dans le plateau continental est un domaine tout à fait particulier au Gouf de Cap-Breton et inconnu dans les autres canyons. Cette zone est le siège d'une sédimentation actuelle aux caractères particuliers tant microfauniques, que géochimiques ou minéralogiques (VIGNEAUX et al. 1970, VIGNEAUX, 1971). Il s'agirait là d'une zone d'accumulation de sédiment dans un milieu en partie confiné.

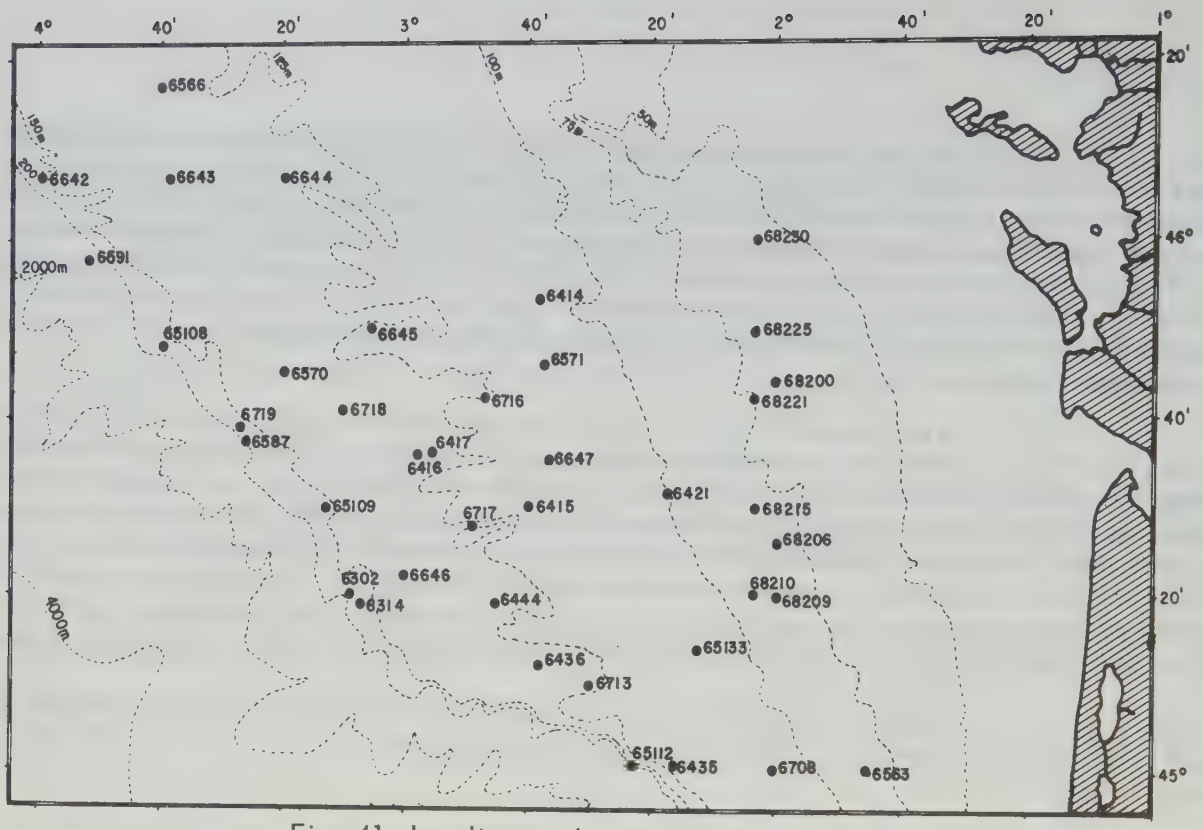


Fig . 41 : Localisation des échantillons étudiés

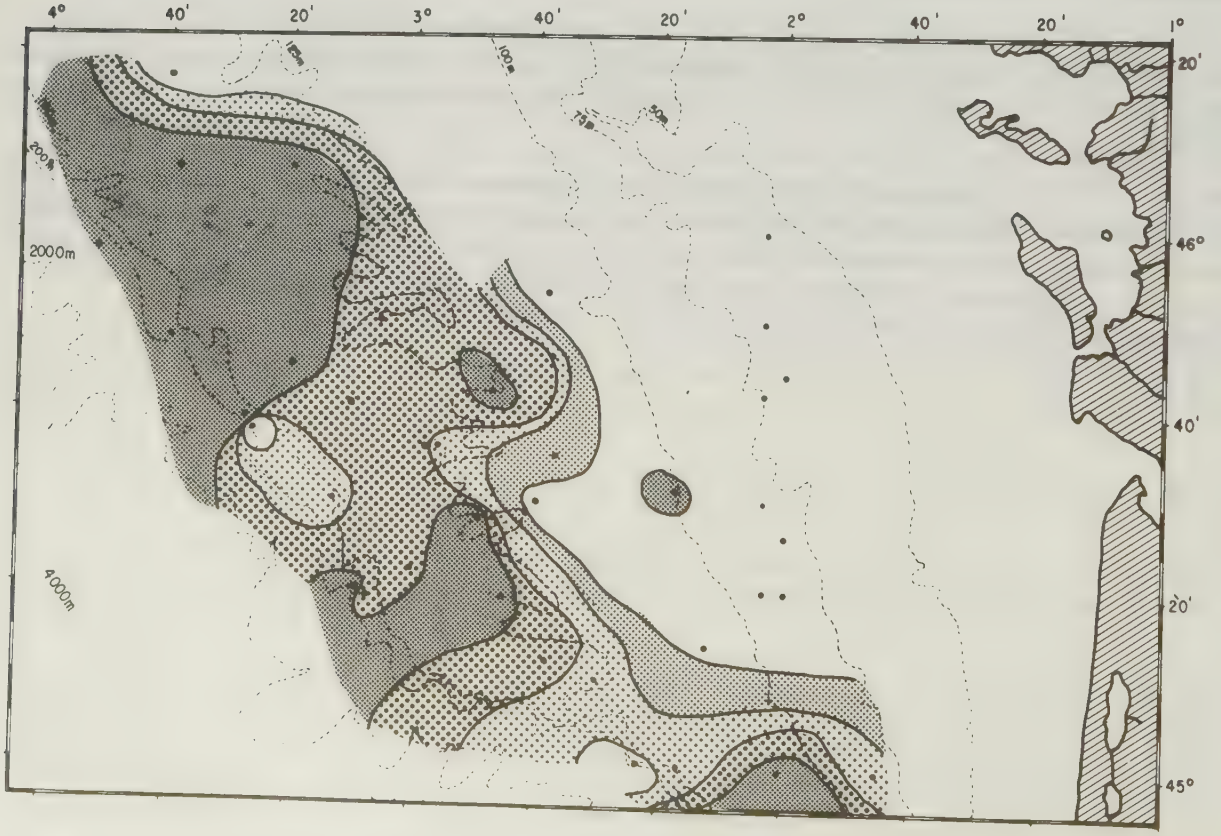


Fig . 42 : Nombre d'individus dans 1cm³ de résidu .

>1000 individus 500 à 1000 250 à 500 100 à 250 <100

6.2. LE QUATERNAIRE SUR LA PLATEFORME CONTINENTALE

6.2.1. GENERALITES

Les sédiments quaternaires de la plateforme continentale ne peuvent pas être étudiés du point de vue des microfaunes planctoniques de la même manière que ceux du domaine profond. En effet, dans le domaine bathyal et abyssal quelle qu'ait pu être la variation du niveau de la mer au cours du Quaternaire, à aucun moment il n'y a eu un retentissement direct sur les sédiments en formation. Même en supposant que le niveau minimum de la mer se soit situé 200 m au-dessous du niveau actuel, la sédimentation pélagique n'a pas été interrompue sur la pente continentale et dans les abysses.

Il en va tout autrement sur la plateforme continentale. Là en effet, s'inscrivent directement toutes les variations du niveau de la mer résultant des mouvements transgressifs et régressifs. Au cours de ces mouvements, certaines zones émergent pendant un temps variable, temps qui n'est pas alors pas matérialisé dans la série stratigraphique. D'autre part, le matériel déposé à un temps donné, peut être repris et remanié ultérieurement lors d'une avancée marine ; la microfaune éventuellement incluse dans ce sédiment est également déplacée, plus ou moins usée et déposée à nouveau dans un milieu différent avec une nouvelle microfaune d'âge plus récent. Ce mécanisme peut évidemment se produire à plusieurs reprises, soit dans un sens constant d'avancée marine, soit dans des sens inverses d'avancée et de recul d'une ligne de rivage.

Ces diverses remarques expliquent pourquoi il ne parait pas actuellement possible de rechercher dans un domaine de plateforme, une matérialisation des dépôts constituant par exemple la fin du Quaternaire telle qu'elle peut être reconnue en domaine profond. Seuls des fragments localisés de la succession stratigraphique pourraient, à la faveur de carottages, être retrouvés en un point donné de la plateforme.

En revanche, il est possible de reconnaitre, à la surface du fond, l'association faunique trouvée actuellement en chaque point et de repérer :

- d'une part, les variations de ces associations fauniques en fonction de la profondeur, et la répartition particulière à chaque espèce,
- d'autre part, les zones qui s'individualisent par une association différente ou réduite.

6.2.2. SITUATION DE LA ZONE ETUDIEE

Le secteur géographique choisi pour ce type d'études (fig. 41) est le domaine de la plateforme continentale aquitaine qui s'étend entre les parallèles 46°20 et 45° N, (entre La Rochelle et Hourtin) et les méridiens 4° W et la cote actuelle (soit jusqu'à la rupture de pente du bord du plateau).

Le choix de cette zone a été guidé par le fait que tout un ensemble de recherches a été réalisé dans ce domaine géographique (VIGNEAUX et al. 1970, VIGNEAUX, 1971) conduisant à une bonne connaissance des caractéristiques sédimentaires. Mais il est bien évident que d'autres secteurs du plateau continental pourraient être étudiés suivant les mêmes critères.

6.2.3. MATERIEL DISPONIBLE

L'étude a porté sur le matériel recueilli par dragages à diverses profondeurs du plateau continental (voir liste en annexe). Elle a été faite pour chaque échantillon sur un volume de

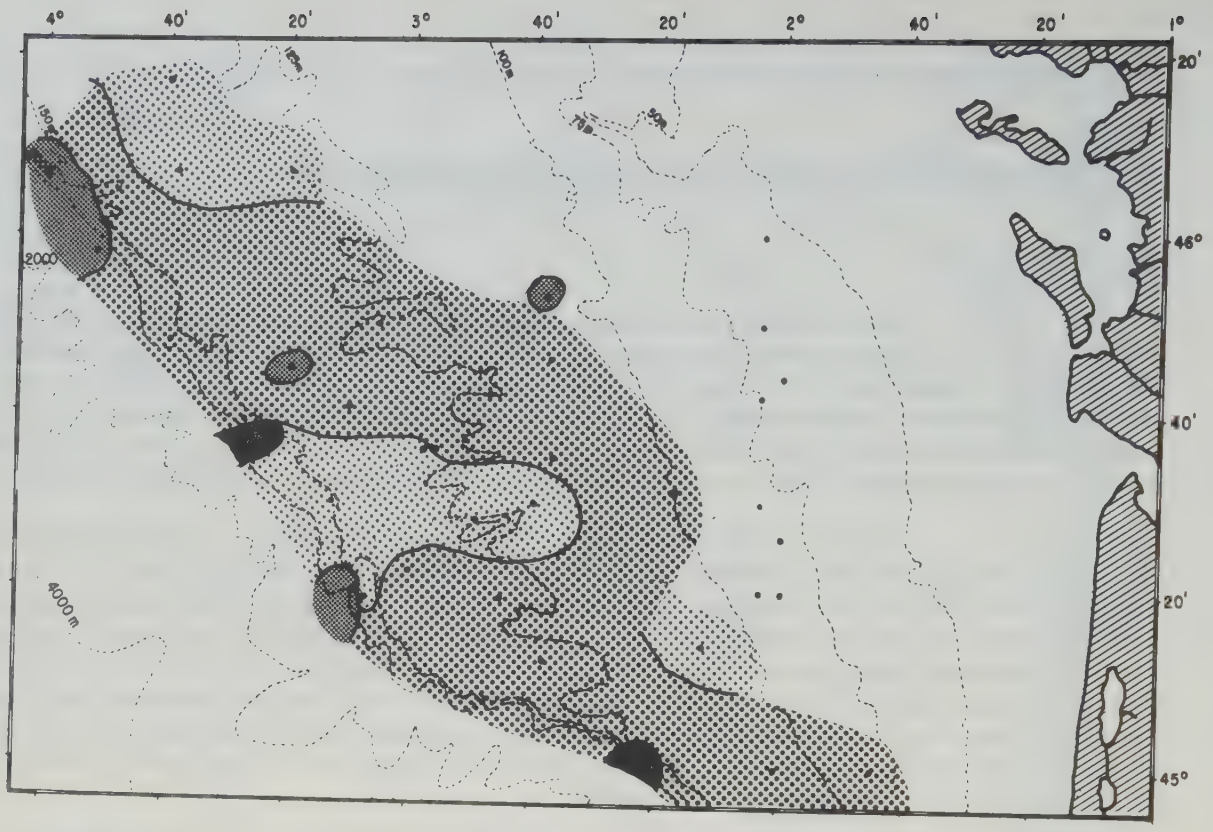


Fig . 43 : Etat de conservation de la faune

bien conservée peu usée en partie usée trés usée

Fig . 44 : *Globorotalia scitula* en pourcentage de l'association faunique planctonique totale

>1% 0 à 1% absent

1 cm³de sédiment trié, ceci pour que les résultats soient ultérieurement comparables avec ceux obtenus par l'examen des microfaunes benthiques.

Les remarques émises (chapitre 3, p. 32) sur la valeur des échantillons de surface prennent ici leur juste valeur.

6.2.4. ETUDE DES DRAGAGES

Une série d'observations peut être faite à propos de la richesse faunique des différents échantillons étudiés et des variations numériques locales. Ces résultats sont groupés (fig. 42).

6.2.4.1. RICHESSE GENERALE DE LA MICROFAUNE

La première observation concerne le fait que les microfaunes planctoniques peuplent essentiellement la partie la plus occidentale de la plate-forme, diminuent d'W en E et disparaissent pratiquement aux alentours de l'isobathe - 100 m. Plus à l'E, les Foraminifères planctoniques parfois rencontrés dans les sédiments sont représentés par de rares individus.

Entre - 100 et - 200 m, la représentation faunique planctonique est assez importante mais il apparait immédiatement qu'elle est irrégulière. Les secteurs à richesse numérique maximum se situent principalement en bordure du plateau continental et constituent un certain nombre de «golfes» séparés les uns des autres par des régions pauvres en microfaune planctonique et même parfois très pauvres.

Les zones riches s'étendent approximativement jusqu'à l'isobathe - 125 m et vers l'W peuvent être reliées directement au domaine bathyal.

Les zones pauvres paraissent arriver jusqu'à la bordure même du plateau continental ; puis très rapidement vers l'W les microfaunes atteignent à nouveau la représentation connue dans le domaine bathyal. Vers l'E, ces zones pauvres se relient assez bien avec le domaine infralittoral pauvre en éléments planctoniques.

Le tracé des courbes est bien sûr très hypothétique étant donné le petit nombre d'échantillons étudiés et l'ampleur du territoire exploré, mais les grandes lignes de la représentation n'en demeurent pas moins utilisables.

Remarques à propos de certaines zones

Certains échantillons prélevés en bordure du plateau continental sont particulièrement pauvres en microfaune planctonique : ce sont par exemple les dragages n° 6587, 65109, 65112. Cette rareté numérique est une caractéristique d'un domaine infralittoral, comparable à la zone située actuellement à l'E de l'isobathe - 50 m.

L'état de conservation de ces microfaunes (fig. 43) est dans l'ensemble assez significatif. Aux trois échantillons pauvres cités correspondent également des microfaunes dont les représentants sont en partie usés ; ce caractère est fréquemment observé chez les individus planctoniques entrainés vers des domaines littoraux.

Les observations émises ci-dessus conduiraient à considérer les zones en question comme non actuelles et laisseraient supposer l'existence antérieure d'une ligne de rivage en bordure de la plateforme à un temps du Quaternaire qu'il est difficile de préciser.

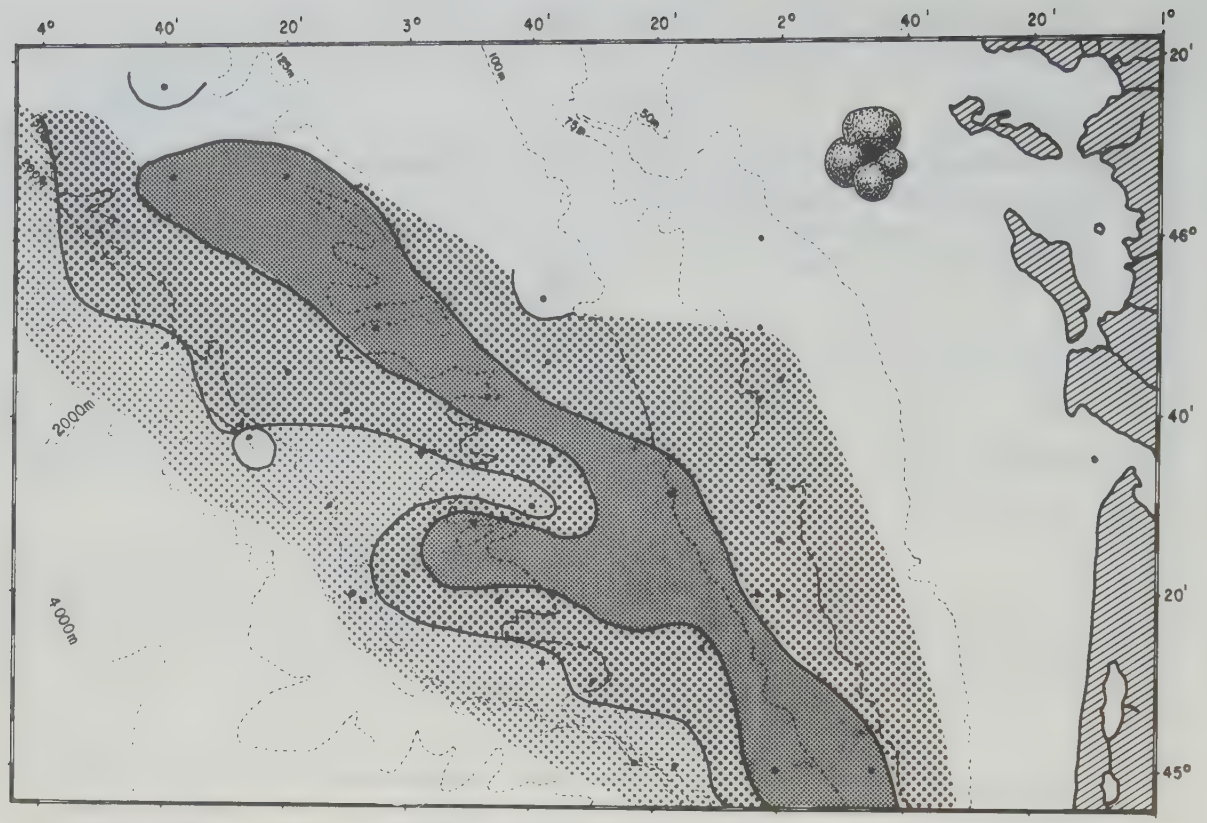


Fig . 45 : *Globigerina bulloides* en pourcentage de l'association faunique planctonique totale.

▩ >20% ▩ 15 à 20% ▩ 0 à 15% □ absente

Fig . 46 : *Globigerina quinqueloba* en pourcentage de l'association faunique planctonique totale

▩ >10 % ▩ 5 à 10 % ▩ 0 à 5% □ absente

D'autres groupes microfauniques, en particulier, les Ostracodes, ont été étudiés dans ce secteur de la plateforme. Dans ces mêmes échantillons, ils font apparaitre des thanatocoenoses littorales en partie phytales qui sont incompatibles avec la profondeur actuelle où a été prélevé l'échantillon et qui sont interprétées (VIGNEAUX, 1971, fig. 3-7) comme la matérialisation d'une ligne de rivage datant d'avant le Würm IV. Cette hypothèse permet d'expliquer les observations recueillies sur les microfaunes planctoniques.

Une carotte prélevée à la profondeur de 210 m au bord du plateau continental et au niveau du canyon Gascogne I a livré une microfaune planctonique pauvre mais typique de conditions climatiques froides. Par comparaison avec des coupes voisines, il est possible de supposer un âge Würm II pour ces dépôts. Ce sont peut-être les mêmes niveaux qui affleurent dans la partie méridionale du plateau qui nous intéresse ici.

6.2.4.2. REPARTITION DES PRINCIPALES ESPECES SUR LA PLATEFORME

Chaque échantillon prélevé sur la plateforme a livré une association faunique planctonique au sein de laquelle les espèces ont une représentation et un pourcentage parfois différent de celui qui est connu plus à l'W dans le domaine océanique.

Une série de représentations graphiques permet de mettre en évidence le comportement propre à chaque espèce ayant vraisemblablement vécue dans la tranche d'eau recouvrant le plateau continental.

Enrichissement localisé

Les espèces *Globigerina bulloïdes* et à un degré moindre *G. quinqueloba* accusent une nette augmentation de leur pourcentage dans la zone située approximativement entre 180 et 110 m de profondeur. *G. bulloïdes* passe de 15% en moyenne, à 25-30 % (fig. 45 et 46)

De plus, ces deux espèces ont une extension géographique assez grande, puisque quelques individus de l'une et de l'autre peuvent encore être recueillis au-delà de l'isobathe - 100 m vers l'E.

Diminution progressive d'W en E

La répartition des deux espèces *Globorotalia inflata et Orbulina universa* est caractérisée par deux faits :

- une diminution du pourcentage relatif dans l'association faunique et du nombre d'individus dans un volume constant ; cette diminution se matérialise d'W en E de la plateforme d'une manière presque régulière ; *Globorotalia inflata* s'étend un peu plus loin vers l'E que les Orbulines totalement absentes au-dessus de l'isobathe - 100 m (fig. 47 et 48).

- une zone d'accumulation maximum localisée en bordure du plateau continental où les pourcentages notés peuvent être deux fois supérieurs à ceux connus dans le domaine océanique.

Il convient de remarquer que les échantillons pauvres en microfaune planctonique et situés en bordure de la plateforme sont presque dépourvus de ces deux espèces.

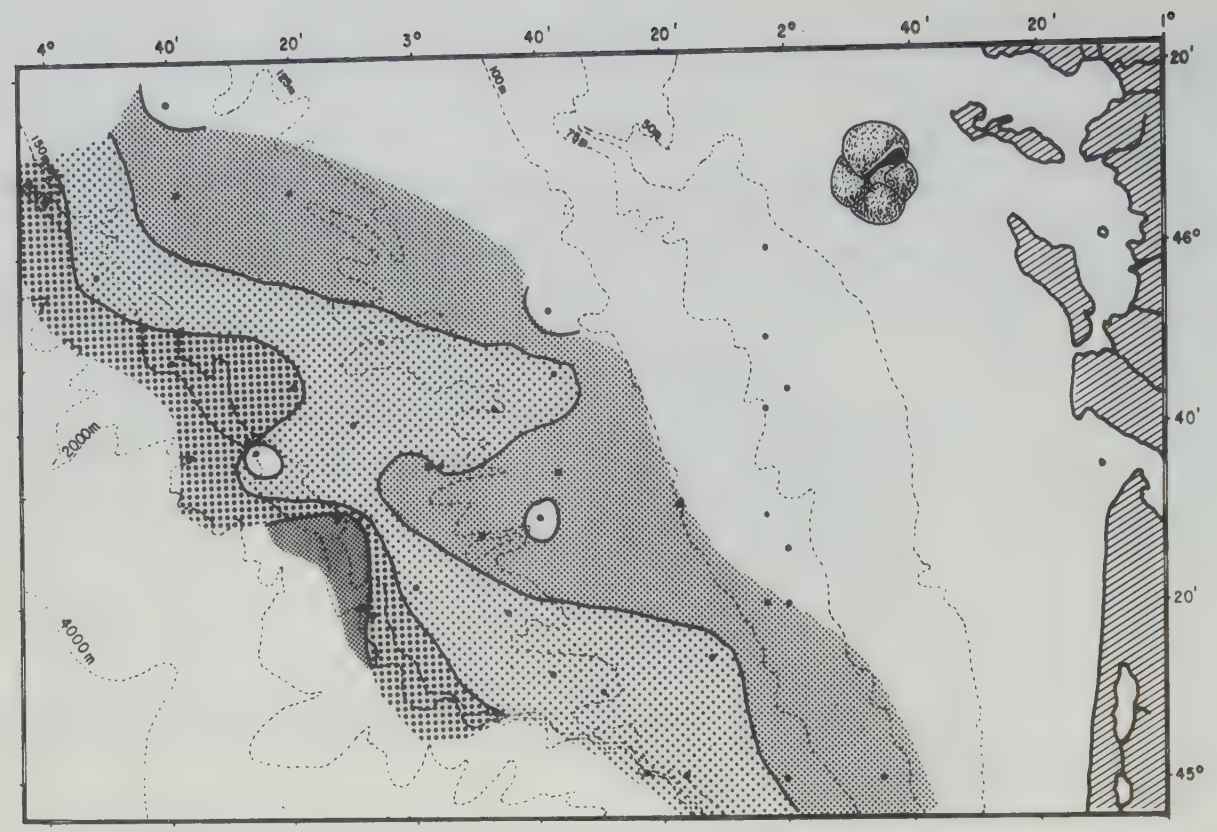


Fig . 47 : *Globorotalia inflata* en pourcentage de l'association faunique planctonique totale

>30% 20 à 30% 10 à 20% 0 à 10% absente

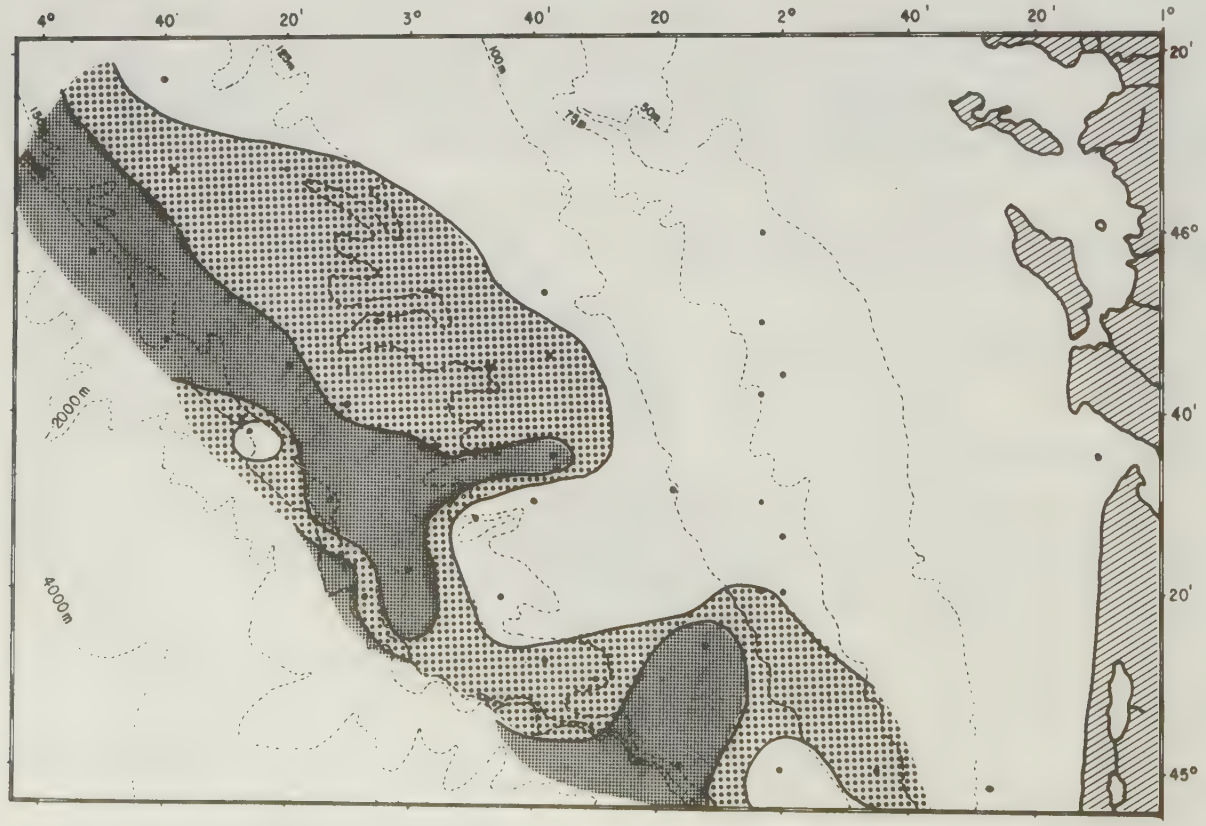


Fig . 48 : *Orbulina universa* en pourcentage de l'association faunique planctonique totale

>5% 0 à 5% absente

Disparition presque totale sur la plateforme

La répartition de *Globorotalis scitula* (fig. 44) est tout à fait remarquable à ce propos. Dès le bord de la plateforme, en allant vers l'E le pourcentage faunique tombe brutalement au-dessous de 0,5% alors qu'il est jusque là voisin de 2%. L'espèce disparait totalement avant l'isobathe - 125 m.

Cette observation est parfaitement en accord avec ce que l'on sait de la biologie de cette espèce qui, vivante, se localise dans la tranche d'eau inférieure à - 200 m (BOLTOVSKOY, 1969 a).

De la même manière, *Globigerinita glutinata et Globigerinoïdes ruber* présentent sur la plateforme continentale des pourcentages très nettement inférieurs à ceux notés dans le domaine profond.

D'W en E la représentation de ces formes décroit rapidement et certaines zones situées vers - 125 m environ en sont déjà totalement dépourvues.

Les domaines particuliers déjà mis en évidence au bord du plateau sont totalement dépourvus de ces deux espèces.

Enfin, l'espèce *Globorotalia truncatulinoïdes* est très faiblement représentée sur la plateforme continentale. De plus, les rares individus présents sont tous des formes jeunes de petite taille dont la dernière loge est peu développée. L'espèce adulte ne parait pas, au moins dans cette portion du Golfe de Gascogne pouvoir vivre dans une tranche d'eau inférieure à 200 m.

6.2.5. CONCLUSIONS

De l'ensemble des résultats obtenus sur la plateforme continentale au moyen des microfaunes planctoniques, il apparait que quelques hypothèses peuvent être émises.

La répartition générale de cette microfaune planctonique sur le plateau montre qu'il est pratiquement impossible d'utiliser cet élément dans des dépôts prélevés dans le domaine infralittoral, soit entre la côte actuelle et l'isobathe - 100 m.

L'association faunique connue dans le domaine océanique peuple la partie la plus externe de la plateforme continentale (sauf dans certaines zones bien individualisées). Mais on assiste assez rapidement d'W en E à une modification des proportions relatives des différentes espèces. C'est ainsi qu'entre - 125 et - 100 m, le pourcentage des *Orbulina universa*, *Globorotalia inflata*, *Globigerinita glutinata* entre autres diminue très rapidement au profit de celui des espèces subarctiques. De ce fait, les associations fauniques recueillies à partir de - 125 m et en allant vers l'E sont seulement le reflet d'une partie de la microfaune existant dans le Golfe de Gascogne à l'époque actuelle, et ne sont donc pas représentatives de la microfaune planctonique synchrone dans le domaine océanique.

Ces observations seraient peut-être à prendre en considération lorsque l'on étudie sur le continent, certains dépôts littoraux fossiles, tertiaires en particulier. La faible proportion de microfaune planctonique que l'on peut y recueillir, risque en effet de ne pas être représentative de l'ensemble de la microfaune planctonique ayant pu vivre sous la même latitude. De plus, les espèces recueillies dans les sédiments littoraux (qu'elles soient en place ou non) ne sont pas forcément les plus intéressantes d'un point de vue climatique ou stratigraphique. Il semble en être ainsi dans un bon nombre de stratotypes situés paléogéographiquement en domaine de plateforme et souvent même dans la partie la moins profonde de la zone infralittorale.

L'irrégularité de répartition des microfaunes quant à leur richesse en bordure du plateau (fig. 42) laisse supposer l'influence de courants localisés qui, pourraient avoir une direction SW-NE.

En revanche, dans les zones où l'abondance des éléments planctoniques est faible, il a été possible de mettre en évidence l'existence de dépôts fossiles, probablement peu anciens mais directement liés au recul maximum de la ligne de rivage au cours du Quaternaire ; pour une raison difficilement déterminable, ces dépôts fossiles ne seraient pas recouvert par une sédimentation actuelle.

Il est utile de rappeler ici certains résultats marquant la partie amont du Gouf de Cap-Breton. Là, ont pu être notés des pourcentages des deux espèces subarctiques *G. bulloïdes*, *G. quinqueloba* très supérieurs à la moyenne du Golfe. Il s'en suivait une raréfaction des espèces subtropicales. Ces caractéristiques sont, comme il a été noté alors, très proches de celles qui viennent d'être dégagées de l'étude des Foraminifères planctoniques de la plateforme continentale. La partie amont du Gouf de Cap-Breton est, en ce qui concerne les microfaunes planctoniques, régie non pas par l'épaisseur réelle de la tranche d'eau, mais par le fait qu'elle est profondément enchassée dans le plateau continental dont elle prend les caractéristiques.

CHAPITRE 7

CONCLUSIONS

7.1. ETABLISSEMENT D'UNE ECHELLE STRATIGRAPHIQUE

Pour toutes les carottes étudiées dans le Golfe de Gascogne, l'attribution stratigraphique a été basée en premier lieu sur les résultats donnés par l'examen des associations faunistiques planctoniques. Dans un certain nombre de sections, il a été possible de procéder en outre, à une datation par le radiocarbone, et l'information ainsi obtenue est venue confirmer ou non la vraisemblance de l'hypothèse paléontologique.

7.1.1. RESULTATS DONNES PAR LES MICROFAUNES PLANCTONIQUES

Afin d'établir dans le Golfe de Gascogne une succession stratigraphique théorique aussi complète que possible du Quaternaire marin terminal, nous avons utilisé en premier lieu (chapitre 4) les résultats donnés par les sections verticales les plus longues implantées dans un secteur géographique où les apports de matériaux détritiques en provenance du continent sont extrêmement faibles.

7.1.1.1. ETABLISSEMENT DE LA SUCCESSION DE BASE

Répondant à ces conditions, la carotte CH.C. 6928 réalisée sur le Dôme Gascogne a pu être choisie comme coupe-type (fig. 3, p. 36) et la grande majorité des prélévements étudiés lui a ensuite été comparée.

Le long de cette coupe, diverses périodes présentant des conditions climatiques bien définies ont pu être reconnues. Elles sont au nombre de 9, et les variations climatiques observées vont du climat tempéré actuel au climat arctique.

Une datation par le 14 C faite sur cette carotte entre 4 m et 4,30 m de profondeur a donné un âge de : 37.500 ans $\begin{cases} + 3900 \\ - 2500 \end{cases}$ B.P. qui constitue un repère valable puisque, le long de la coupe, les apports détritiques sont très faibles, voire négligeables, et risquent peu de fausser par vieillissement la datation (chapitre 2, p. 17-18).

Il est alors possible de rechercher quelle est la période qui, sur le continent voisin correspond à un tel âge. D'après la chronologie du Paléolithique supérieur donnée par BORDES (1968) et reproduite par LUMLEY (1969), il s'agit de la base de l'interstade Würm II-Würm III.

Nous avons donc considéré que, dans la coupe-type, les dépôts compris entre 1,50 et 4 m se sont constitués pendant cet interstade. Par voie de conséquence, les sédiments prélevés entre la surface et 1,50 m de profondeur, représenteraient la partie terminale du Quaternaire. Cette hypothèse s'est révélée plausible compte tenu des corrélations possibles avec les événements majeurs reconnus sur le continent. C'est ainsi que :

- les dépôts de climats froids ou arctiques situés entre 0,50 - 0,60 m et 0,80 - 1,50 m pourraient correspondre respectivement au Würm IV et au Würm III

- les dépôts de climats tempérés ou tempérés froids se répartiraient ainsi :
  - 0,60 à 0,80 m Interstade Würm III-Würm IV
  - 0,00 à 0,50 m Holocène ou "Post-glaciaire".

Chaque phase majeure déjà étudiée sur le continent parait ainsi s'être matérialisée dans les dépôts marins profonds.

En ce qui concerne les sédiments de la base de cette coupe (compris entre 4 et 8,20 m), aucune datation n'a été possible. Nous avons alors supposé, puisque les apports détritiques sont très faibles, un taux de sédimentation pratiquement constant. L'ensemble des dépôts traversés pourrait représenter environ 80.000 ans.

Il apparait alors que la carotte CH.C. 6928 a vraisemblablement traversé l'ensemble des dépôts würmiens. La majorité des échelles chronologiques établies sur le continent (BOURDIER, 1962 ; de SONNEVILLE-BORDES, 1967 ; BORDES, 1968 ; BREZILLON, 1969) fait débuter la glaciation du Würm vers - 70.000 ans. Dans cette hypothèse, les dépôts de climat tempéré assez chaud reconnus à la base de la coupe représenteraient la partie supérieure de l'interglaciaire Riss-Würm.

Au-dessus, entre 4 m et 7,80 m, chaque période climatique précédemment délimitée serait l'équivalent d'un évènement majeur en domaine continental puisque :
- les dépôts de climats froids ou arctiques compris entre 6,70 et 7,80 m, puis 4,00 et 5,40 m pourraient être assimilés au Würm I et au Würm II.
- le dépôt de climat tempéré froid situé entre 5,40 et 6,70 m correspondrait à l'interstade Würm I-Würm II.

Ainsi, est obtenue une première succession stratigraphique représentant dans le Golfe de Gascogne la période de temps écoulée depuis la fin de l'interglaciaire Riss-Würm.

Un complément à cette coupe est fourni par la carotte CH.C. 6931 (fig. 7,p. 45) également implantée sur le Dôme Gascogne. Par comparaison des associations fauniques recueillies avec celles de la base de la carotte CH.C. 6928, l'interglaciaire Riss-Würm a été reconnu entre 6,80 et 7,70 m. Il repose sur des dépôts de climat arctique que l'on peut attribuer à la fin du Riss en raison de leur situation stratigraphique, mais aussi en fonction de ce que l'on sait sur le continent voisin, du dernier stade rissien (Riss III) qui est marqué par un climat extrêmement froid (BORDES et al, 1966, p.15; THIBAULT, 1970, p. 773-774).

La succession précédemment obtenue est ainsi complétée de la totalité de l'interglaciaire Riss-Würm et de la partie supérieure du Riss. En admettant d'après la chronologie utilisée sur le continent que l'interglaciaire Riss-Würm ait duré 30.000 ans , on peut considérer que les dépôts de la base de cette coupe complémentaire seraient vieux d'environ - 120.000 ans.

Nous avons vu que les dépôts antérieurs au Würm II supposé ont été assez rarement atteints par d'autres prélèvements. Dans la grande majorité des cas, les carottes se sont arrêtées dans l'interglaciaire Würm II-Würm III. Nous disposons donc, seulement pour les dépôts supérieurs au Würm II, d'un certain nombre d'informations complémentaires qui nous permettent de préciser les données de la coupe-type.

7.1.1.2. PRECISIONS EN CE QUI CONCERNE LE WURM II

Parmi les sections précédemment étudiées, deux d'entre elles paraissent compléter d'une manière intéressante, la succession donnée ci-dessus : ce sont les coupes CH.C. 6709 prélevée sur la pente continentale à l'E du Dôme Gascogne dans un secteur abrité des passages d'apports détritiques et CH.C. 6969 située sur un flanc du canyon de Santander. Ces deux coupes, parfaitement comparables entre elles, traversent tous les dépôts de la fin du Quaternaire compris entre le Würm II et l'Holocène. Le Würm II s'individualise là d'une manière beaucoup plus nette (fig. 49) : la microfaune plus homogène que dans le même stade de la coupe-type dénote un climat voisin de l'arctique. Ce stade, dans le domaine de la pente continentale, s'oppose donc mieux par la rigueur de son climat aux interstades qui l'entourent et s'y matérialise plus nettement que dans les domaines plus profonds occidentaux. Certaines hypothèses d'ordre paléogéographique pourront ultérieurement être tirées de ces observations.

Au-dessus du Würm II, la succession donnée par ces deux coupes reproduit assez fidèlement celle de la coupe-type.

En résumé, les données fournies par ces deux carottes précisent les informations de la coupe-type et peuvent ainsi contribuer, en ce qui concerne les dépôts du Würm II, à établir une succession stratigraphique théorique du Quaternaire marin dans le Golfe de Gascogne.

7.1.1.3. PRECISIONS EN CE QUI CONCERNE LES TERMES SUPERIEURS DU WURM ET L'HOLOCENE

De la même manière, il parait intéressant de compléter par d'autres coupes l'image de la succession obtenue pour les dépôts supérieurs au Würm III. En effet, dans la majorité des sections étudiées et en particulier dans la carotte CH.C. 6928, ces dépôts sont extrêmement condensés (60 à 90 cm d'épaisseur). Les variations climatiques sont alors fugaces et difficiles à saisir.

Deux carottes prélevées aux débouchés des canyons Gascogne I et des Sables d'Olonne offrent pour le même temps, une épaisseur de sédiments très supérieure et un étalement des variations climatiques. Contrairement aux autres carottes, elles sont situées dans un secteur où les apports détritiques en provenance des zones hautes des canyons sont importants. Cette particularité constitue un handicap certain lors de l'examen des microfaunes planctoniques qui se trouve ainsi en partie limité puisque seuls les niveaux non sableux ont pu être retenus lors de la réalisation des divers diagrammes.

Les coupes CH.C. 6836 et 6714 montrent pour des épaisseurs respectives de 7,10 et 5,40 m la succession stratigraphique suivante : partie supérieure du Würm III, interstade Würm III-Würm IV, Würm IV et Holocène (fig. 25, p. 92 et fig. 31, p.106).

L'interstade Würm III-Würm IV apparait alors comme une phase à climat tempéré nettement différent du climat arctique du Würm III sous-jacent. L'épaisseur des dépôts qui le matérialise est toujours plus faible que celle des sédiments holocènes, laissant supposer une durée assez courte de l'épisode.

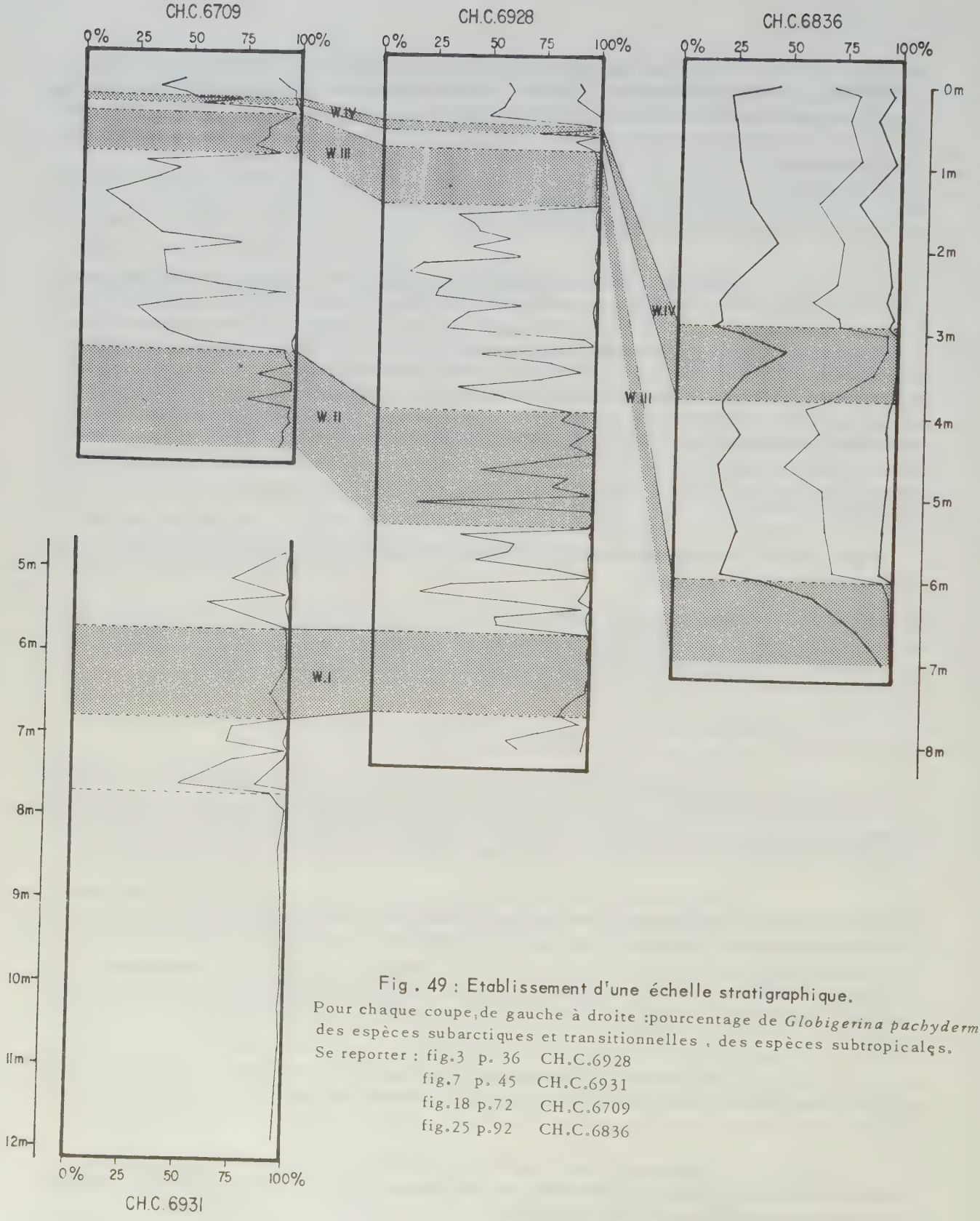


Fig . 49 : Etablissement d'une échelle stratigraphique.

Pour chaque coupe, de gauche à droite : pourcentage de *Globigerina pachyderma* , des espèces subarctiques et transitionnelles , des espèces subtropicales.

Se reporter : fig.3 p. 36 CH.C.6928
fig.7 p. 45 CH.C.6931
fig.18 p.72 CH.C.6709
fig.25 p.92 CH.C.6836

Le Würm IV est une période froide bien différenciée des phases tempérées qui l'entourent, mais il parait rester toujours moins froid que les stades glaciaires sous-jacents (Würm III notamment).

Enfin, si l'on considère la succession des dépôts holocènes étudiés dans ces deux coupes et dans la carotte CH.C. 6719 située sur un flanc du canyon des Sables d'Olonne, il apparait que les microfaunes planctoniques n'y sont pas absolument homogènes. Au-dessus du Würm IV et après formation d'une certaine épaisseur de dépôt holocène, se situe une association faunique dans laquelle la proportion d'espèces subtropicales est légèrement supérieure à ce qu'elle est actuellement. Ceci pourrait être interprété comme la matérialisation d'un temps assez chaud ayant existé au cours de l'Holocène : il s'agirait peut-être de l'«optimum climatique» reconnu sur le continent par l'étude des pollens et se situant à la base de la période Atlantique (PAQUEREAU, 1965).

Ce bref épisode n'est pas visible le long des sections dans lesquelles l'Holocène est très condensé (CH.C. 6928 en particulier).

7.1.1.4. CONCLUSIONS

Par suite des observations qui précédent, il parait en l'état actuel des connaissances difficile d'établir une stratigraphie vraiment représentative sur la base d'une seule carotte.

Il semble alors préférable, étant donnée la diversité des sections dont on dispose actuellement, de choisir un certain nombre de coupes à l'aide desquelles sera constitué un schéma théorique relativement complet (fig. 49). Ce schéma pourra être modifié au fur et à mesure de l'enrichissement des connaissances fournies par de nouvelles campagnes de prélèvement dans le Golfe de Gascogne, et complété notamment par des résultats souhaitables dans le domaine plus occidental.

7.1.2. RESULTATS DONNES PAR LES DATATIONS AU 14 C

Il convient maintenant de considérer ce qu'autorisent les résultats des datations par le 14 C par rapport à la chronologie relative obtenue par les études microfauniques.

Nous disposons de 25 datations qui se répartissent d'une manière irrégulière le long des 40.000 dernières années ; elles sont relativement abondantes dans l'Holocène et dans l'interstade Würm II-Würm III, plus rares dans les autres périodes.

DISCUSSION DES RESULTATS OBTENUS

Les résultats comparés des deux méthodes ont été groupés dans la figure 50 ; la période de temps couverte par chacune des datations parait d'autant plus étalée que l'âge est plus ancien. Ceci est dû à la marge d'incertitude croissante avec un âge plus élevé. L'imprécision du résultat peut couvrir alors plusieurs milliers d'années.

Dans l'ensemble, il y a une bonne concordance entre l'attribution stratigraphique donnée par les examens microfauniques et la succession des âges mesurés. L'accord est bon pour tous les niveaux dont l'âge est plus récent que 30.000 ans. Pour les âges plus anciens, il n'en va pas toujours de même. L'âge de 37.500 ans $^{+3900}_{-2500}$ ans$^{(*)}$ obtenu à 4 m de profondeur dans la carotte CH.C. 6928 est, nous l'avons vu, bien représentatif de la base de l'interstade Würm II-Würm III. L'écart extrême (41.400 ans) couvert par cette datation correspond déjà au Würm II. De plus, d'après la figure 50, la

(*) *Tous les âges sont donnés par rapport à l'époque actuelle (before present B.P.).*

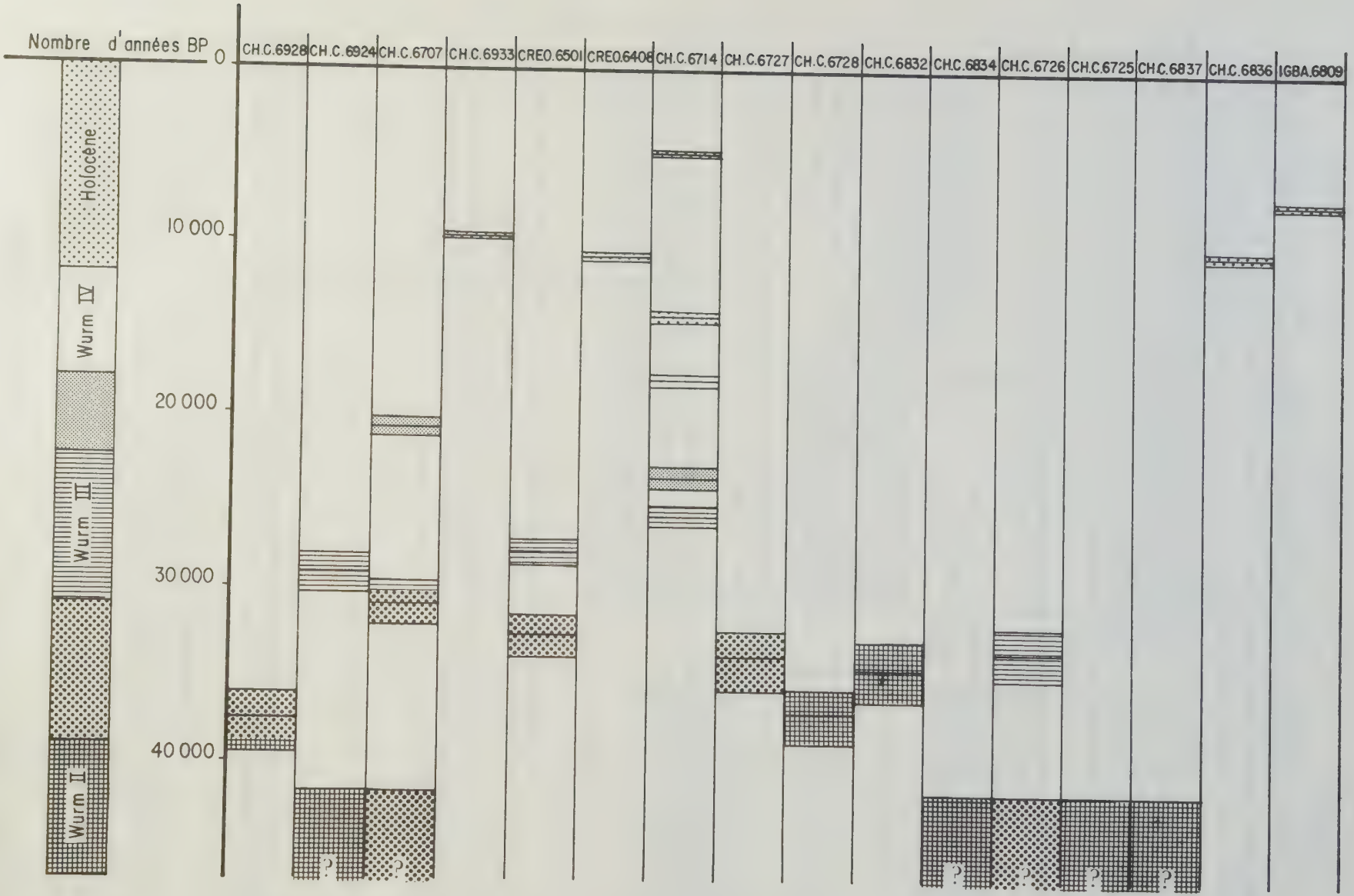


Fig . 50 : Résultats groupés des datations par $_{14}C$.

base des niveaux que nous attribuons au Würm III parait se situer vers 31.000 ans, si l'on tient compte des datations réalisées en particulier sur les carottes CH.C. 6924 et 6707.

Les dépôts que nous imputons à l'interstade Würm II-Würm III pourraient donc matérialiser la période de temps s'étendant entre 31.000 et 39.000 ans environ.

- Dans cette hypothèse, si l'on adopte les résultats paléontologiques, un certain nombre d'attributions stratigraphiques sont conformes à l'âge mesuré (CREO 6501,CH.C. 6727, CH.C. 6707).

- D'autres sont en désaccord :

Les datations sont vieillies dans la carotte CH.C. 6726 puisque la première date de 33.500 ans des dépôts attribués au Würm III, la deuxième d'un âge supérieur à 42.000 ans des dépôts correspondant à l'interstade Würm II-Würm III.

Au cours de l'étude analytique, il a été signalé que, le long de cette coupe, prélevée dans le canyon Gascogne I, pouvaient être reconnus des apports de matériaux détritiques importants et des éléments de faunes fossiles (p.77). Ces apports de sédiments anciens permettent maintenant d'expliquer d'une manière assez satisfaisante le vieillissement artificiel marquant la datation obtenue.

En revanche, les âges mesurés paraissent trop jeunes dans les carottes CH.C. 6728 et 6832 provenant de l'amont du Canyon Gascogne I. Le stade Würm II que représenteraient les dépôts de ces deux coupes ne devrait pas conduire à un âge inférieur à 39.000 ans. Il n'est guère possible de donner une explication satisfaisante au désaccord observé. L'âge mesuré 37.100 ans $\begin{cases} +1700 \\ -1400 \end{cases}$ ans exclut en outre l'attribution du niveau à un stade glaciaire plus récent, qu'il s'agisse du Würm III et à fortiori du Würm IV.

7.1.3. ESSAI DE CHRONOLOGIE

D'après les résultats conjugués des études micropaléontologiques et des analyses basées sur la radioactivité du 14 C, il parait possible de voir comment s'intègrent dans les limites chronologiques des différents stades et interstades connus sur le continent, les âges des dépôts marins étudiés.

Les horizons attribués par la microfaune à l'*Holocène* se répartissent entre 0 et 14.300 ans B.P. Toutefois, l'âge de 14.300 ans a été donné par un prélèvement de la carotte CH.C. 6714 qui, nous l'avons vu, est fortement marqué par des apports détritiques fins et rythmiques pouvant provoquer un certain vieillissement. L'ensemble des autres datations effectuées se répartit au-dessus d'un âge de 12.000 ans B.P. qui parait représenter assez bien la base de l'Holocène.

Une seule datation intéresse un horizon d'âge *Würm IV* ; elle est de 18.000 ans En l'absence d'autres informations, on peut supposer que les dépôts attribués au Würm IV sont compris dans la période de temps située approximativement entre 12.000 et 18.000 ans.

Les dépôts de l'*interstade Würm III-Würm IV* sous-jacent ont fait l'objet de deux datations : l'une est de 20.700 ans . dans la coupe CH.C. 6707 du Dôme Gascogne ; l'autre de 23.600 ans dans la carotte CH.C. 6714 probablement un peu vieilli par des apports détritiques. Ils paraissent donc en milieu marin correspondre à la période de temps comprise entre 18.000 et 22.000-23.000 environ.

Au-dessous, se localisent les formations du *Würm III* qui débuteraient vers 31.000 ans comme il a été noté ci-dessus, et s'étendraient donc de 31.000 ans à 22.000 -23.000 ans environ.

L'interstade Würm II-Würm III serait représenté par des dépôts compris entre 39.000 et 31.000 ans.

Le Würm II, qui ne peut être daté par le radiocarbone serait matérialisé par des dépôts d'âge supérieur à 39.000 ans.

Ainsi, une tentative d'intégration des âges des dépôts du domaine marin à une échelle chronologique déjà existante peut être faite d'après les résultats paléontologiques et radiogéologiques confrontés. Elle constitue une première ébauche probablement valable dans les grandes lignes mais très incertaine quant aux limites précises des différents ensembles.

Elle peut être résumée ainsi :

Succession stratigraphique	Age des dépôts marins
Holocène	0 à 12.000 ans B.P.
Würm IV	12.000 à 18.000 ans
Interstade Würm III-Würm IV	18.000 à 22 ou 23.000 ans
Würm III	22 ou 23.000 à 31.000 ans
Interstade Würm II-Würm III	31.000 à 39.000 ans
Würm II	supérieur à 39.000 ans

Cette chronologie intéresse les dépôts d'un âge plus récent que 40.000 ans puisque telle est la limite de la méthode de datation par le ^{14}C.

Au-dessous, c'est-à-dire pour les formations comprises entre le Riss et le Würm II les résultats micropaléontologiques sont seuls pour définir une chronologie. En l'absence d'indications d'âges obtenus directement sur le matériel étudié, nous sommes alors conduit à adopter les âges admis pour ces mêmes périodes sur le continent voisin par exemple. C'est ainsi qu'en ce qui concerne l'interglaciaire Riss-Würm, les différents auteurs (BOURDIER, 1962; de SONNEVILLE-BORDES, 1967 ; BREZILLON, 1969) s'accordent en général pour lui attribuer une durée assez courte de l'ordre de 30.000 ans et pour dater de 80.000 à 70.000 ans environ la fin de cette période. Il parait beaucoup plus délicat en revanche de trouver des limites datées pour les périodes comprises entre cet interglaciaire et le Würm II.

7.2. VARIATION DE LA SEDIMENTATION DANS LE GOLFE DE GASCOGNE

Il existe dans le Golfe de Gascogne, suivant le secteur géographique étudié, des différences notables dans la sédimentation portant :

- d'une part sur l'épaisseur des dépôts attribuables à un stade ou interstade donné,
- d'autre part, sur le type de sédimentation observé, marqué soit par les seuls éléments pélagiques, soit par des éléments détritiques de type et d'origine variés.

Les résultats obtenus mettant en évidence, pour chaque carotte, l'épaisseur des dépôts représentant les différentes périodes traversées sont groupés dans le tableau n° III. Il apparait à son examen, que les coupes étudiées peuvent être, par rapport, à l'échelle stratigraphique établie ci-dessus, affectées par deux sortes de modifications essentielles :

- la première conduit à la reconnaissance de successions incomplètes, où l'absence de certains termes de la stratigraphie est manifeste.

- la deuxième rend compte d'un épaississement, variable suivant le secteur géographique considéré mais pouvant être important, des dépôts correspondant à un ou plusieurs termes de la série stratigraphique.

7.2.1. REPARTITION DES DOMAINES GEOGRAPHIQUES SANS SEDIMENTATION RECENTE

L'absence des dépôts terminaux du Quaternaire est notée dans trois secteurs distincts du Golfe de Gascogne :

- à la périphérie des dômes sous-marins : Dômes Gascogne et Cantabria notamment.

- à la partie amont des divers canyons affectant la pente continentale. L'exemple du Canyon Gascogne I est particulièrement net à cet égard, de même que le secteur du «seuil» reconnu dans le Gouf de Cap-Breton, qui parait l'équivalent (chapitre 6) de la tête des autres canyons.

- en certaines zones de la plateforme continentale, et par exemple dans le domaine externe au voisinage de l'isobathe - 200 m.

7.2.1.1. IMPORTANCE DE LA LACUNE

Les lacunes constatées concernent, suivant le domaine intéressé et même parfois à l'intérieur d'un même domaine, des périodes plus ou moins longues.

7.2.1.1.1. L'absence de la totalité des dépôts quaternaires et d'une partie des dépôts tertiaires a été notée en deux points très différents par leur contexte géographique puisque :

- des dépôts d'âge paléocène (LATOUCHE, 1971) sont directement recouverts par une mince pellicule quaternaire dans la zone constituant la partie NW du Dôme Cantabria (CH.C. 6978).

- des formations miocènes affleurent en surface à la partie supérieure de la pente continentale (CH.C. 6723).

7.2.1.1.2. L'absence de la partie supérieure des dépôts quaternaires est relativement fréquente et l'amplitude de la lacune variable puisqu'elle correspond :

- à l'ensemble des dépôts postérieurs à la glaciation du Riss dans le secteur occidental du Dôme Gascogne (CH.C. 6922).

- aux dépôts postérieurs au Würm II dans la partie amont du Canyon Gascogne I (CH.C. 6728,6832, 6834).

- aux formations plus récentes que le Würm III, à la partie médiane de ce même canyon (CH.C. 6726) et vraisemblablement au niveau du «seuil» dans le Gouf de Cap-Breton (I.G.B.A. 6805 et 6807).

- à une partie des dépôts quaternaires qu'il n'est pas actuellement possible de préciser, dans le secteur de la plateforme continentale s'étendant au niveau de l'isobathe - 120 m à l'W de l'embouchure de la Gironde (fig. 41, p.130).

STRATIGRAPHIE	Dôme Gascogne						Cantabria		Plaine abyssale vers l'E.				
	6928	6931	6929	6707	6924	6922	6976	6610	6609	6709	6408	6501	6603
Holocène	0 0,5 0,5		0 0,25+ 0,25	0 0,35 0,35	0		0 0,075 0,075	0 1,1+	0 0,35+ 0,35	0 0,25+ 0,25	0 0,1+ 0,1		0 0,35 0,35
Würm IV	0,5 0,1 0,6		0,25 0,1 0,35	0,35 0,25 0,6	0,3		0,075 0,025 0,1		0,35 0,10 0,45	0,25 0,005 0,3	0,1 0,1 0,2	0,6	0,35 0,1 0,45
Interstade W.III-W.IV	0,6 0,2 0,8		0,35 0,1 0,45	0,6 0,3 0,9	0,3		0,1 0,32 0,42		0,45 0,20 0,65	0,3 0,1 0,4	0,2 0,25 0,45	0,6	0,45 0,2 0,65
Würm III	0,8 0,7 1,5		0,45 0,75 1,2 ?	0,9 0,7 1,6	0,3 1,4 1,7		0,42 0,13 0,55		0,65 2,25 2,9	0,4 0,5 0,9	0,45 0,7 1,15	0,6 0,95 1,55	0,65 1,65 2,3
Interstade W.II-W.III	1,5 2,5 4,0		1,4 3,2 4,6	1,6 3,3 1,7+	1,7 1,1 2,8		0,55 ?		2,9 7,4 4,5+	0,9 2,4 3,3	1,15 1,6 0,45+	1,55 1,95 3,5	2,3 2,75 0,45+
Würm II	4,0 1,4 5,4	3,1 1,7 4,8	4,6 1,65 6,25		2,8 1,5 4,3					3,3 4,6 1,3+		2,5 1,7 5,2	
Interstade W.I-W.II	5,4 1,3 6,7	4,8 0,9 5,7	6,25 1,65 7,9		4,3 0,6 4,9							5,2 5,9 0,7+	
Würm I	6,7 1,0 7,7	5,7 1,1 6,8	7,9 8,5 0,6+		4,9 1,4 6,3								
Interglaciaire RISS-WURM	7,7 8,2 0,5+	6,8 0,9 7,7			6,3 1,2 7,5								
Riss		7,7 12,0 4,3+			7,5 7,9 0,4+	0 6,8 6,8+							

	Canyon Gascogne I										
	6727	6728	6832	6835	6834	6725	6726	6837	6836	6729	6730
Holocène					0 0,1+ ?0,1	0 0,1+ 0,1		0 2,0 2,0	0 2,9 2,9	0 1,5+ 1,5	0 2,9+ 2,9
Würm IV									2,9 0,9 3,8		
Interstade W.III-W.IV							0 0,2+ 0,2		3,8 2,2 6,0		
Würm III						0,1 0,2 0,3	0,2 3,6 3,8		6,0 1,1+ 7,1		
Interstade W.II-W.III	0 2,0+ 2,0	0 0,7 0,7				0,3 1,1 1,4	3,8 3,4+ 7,2	2,0 5,2 7,2			
Würm II		0,7 3,3 2,6+	0 3,4 3,4+	0 1,1 1,1+	0,1? 3,3 3,2+	1,4 3,6 2,2+		7,2 7,7 0,5+			

Limites de la formation

Epaisseur de la formation

Lacune

	Canyon des Sables d'Olonne				Canyon de Santander			Gouf de Cap Breton				
	6711	6717	6719	6714	6969	6970	6964	6808 9 10 12	6805	6807	6732	6802	6804
Holocène	0 1,45 1,45+	0 0,1 ? 0,1	0 1,9 1,9	0 2,7 2,7	0 0,9 0,9	0 1,5+ 1,5	0 0,3 0,3	0 3,0 3,0+				0 0,45 0,45	0 1,1 1,1+
Würm IV		0,1	1,9 0,6 2,5	2,7 0,8 3,5	0,9 0,2 1,1		0,3 0,3 0,6					0,45 0,1 0,55	
Interstade W.III-W.IV		?	2,5 0,5 3,0	3,5 1,5 5,0	1,1 0,2 1,3		0,6 0,6 1,2					0,55 0,8 0,25+	
Würm III			3,0 5,9 2,9+	5,0 5,4 0,4+	1,3 0,3 1,6		1,2 1,0 2,2				0 0,3 0,3		
Interstade W.II-W.III					1,6 1,6 3,2		2,2 3,5 1,3+		0 0,9 0,9+	0 0,9 0,9+	0,3 3,1 2,8+		
Würm II		5,8			5,2 4,2 1,0+								

Tableau III

7.2.1.1.3. L'absence de dépôts peut également affecter un des termes de la série stratigraphique. Ce cas relativement rare est nettement illustré par la coupe CH.C. 6837, (fig. 24, p.90), dans laquelle les formations holocènes bien individualisées reposent directement sur les dépôts correspondant à l'interstade Würm II-Würm III.

Remarque : Il est fréquent d'observer en outre, à la partie supérieure de coupes présentant par ailleurs une succession stratigraphique normale, un Holocène réduit à quelques décimètres de puissance ; il en est ainsi au sommet des coupes CH.C. 6929 et 6924 du Dôme Gascogne, CREO. 6408 de la pente continentale, CH.C. 6964 du canyon de Santander notamment. Nous avons déjà signalé antérieurement qu'il parait s'agir là du non-prélèvement pour raisons techniques de la partie superficielle des dépôts. S'il en est ainsi, l'Holocène recueilli sera d'autant plus incomplet que le type de sédimentation est plus condensé ; ceci expliquerait assez bien la raison pour laquelle les meilleurs résultats concernant l'Holocène ont été fournis par les coupes CH.C. 6714 ou 6836 dans lesquelles le taux de sédimentation est important.

7.2.1.2. CAUSE DE CES LACUNES

Deux causes peuvent être invoquées pour expliquer ces lacunes sous-marines :

L'une, le non-dépôt, semble assez peu valable dans la majorité des cas cités ci-dessus. C'est peut-être seulement en certains points de la plateforme continentale que cette raison pourrait être invoquée pour expliquer certaines absences de sédimentation actuellement reconnues (VIGNEAUX, 1971). En revanche, dans le domaine profond en milieu océanique, l'absence de dépôt pélagique ne pourrait se concevoir que par l'existence d'un courant de fond très longtemps situé au même endroit et entrainant ailleurs la sédimentation pélagique ; cela est peu vraisemblable.

L'autre, l'érosion, serait plus plausible dans de nombreux cas. L'érosion sous-marine pourrait être due, dans les divers exemples cités :

- soit à un entrainement rythmique des dépôts provoqué par le passage de sédiments entrainés sous forme turbide des zones hautes de la pente continentale jusqu'à la plaine abyssale,
- soit à un mouvement tectonique provoquant l'affleurement d'une couche plus ancienne.

C'est évidemment, dans les canyons que le mécanisme de l'érosion des dépôts par entrainement peut être invoqué. L'exemple fourni par le canyon Gascogne (fig.28 ,p .98) est assez net à cet égard : par suite d'un déséquilibre des dépôts en tête de canyon, la masse sédimentaire se trouve entrainée, suit l'axe du canyon et se dépose à nouveau en bas de pente, s'avançant plus ou moins loin dans la plaine abyssale suivant la topographie.

En revanche, les lacunes sédimentaires observées sur le flanc N du Dôme Cantabria seraient plutôt d'ordre tectonique. Peut-être en est-il de même dans la portion occidentale du Dôme Gascogne, où une tectonique quaternaire provoquerait un ajustement récent du Dôme.

Par contre, sur la plateforme continentale, il est possible qu'ait lieu une érosion liée aux déplacements de la ligne de rivage au cours du Quaternaire, érosion pouvant alors s'être réalisée en milieu continental.

7.2.2. REPARTITION DES DOMAINES A TAUX DE SEDIMENTATION ELEVE

Certaines coupes montrent une puissance très supérieure des dépôts d'une ou plusieurs périodes (tableau III). Ceci a pu être observé surtout pour les épisodes les plus souvent traversés. - ce sont les plus récents - , postérieurs au Würm II.

Ces augmentations de puissance sont essentiellement localisées dans la partie aval des canyons, à leur débouché dans la plaine abyssale. Il en est ainsi par exemple à la base des canyons Gascogne I et des Sables d'Olonne (CH.C. 6714 et 6836) et dans la plaine abyssale (CH.C. 6838 et 6933). Dans l'ensemble de ces coupes, l'augmentation du taux de sédimentation n'a pu être observée que pour les termes supérieurs du Quaternaire qui sont souvent les seuls traversés. De même, à la partie amont du Gouf de Cap-Breton où des dépôts d'âge holocène ont été reconnus sur une épaisseur de 3 m environ ; ce secteur pourrait être considéré à l'heure actuelle comme une zone d'accumulation dans un milieu en partie isolé par le «seuil» plus occidental (VIGNEAUX et al., 1970 ; VIGNEAUX, 1971).

Il peut arriver que l'épaississement concerne uniquement des termes plus anciens : ainsi dans la coupe CH.C. 6609, au dessous d'une série holocène à interstade Würm III-Würm IV d'épaisseur comparable à celle de la coupe-type, se développe un Würm III et un interstade Würm II-Würm III d'une puissance très supérieure.

Les causes de l'augmentation de puissance d'une ou plusieurs périodes données paraissent directement liées au type de sédimentation régnant dans les canyons ; les matériaux issus des zones hautes sont entrainés sous forme de turbidites le long des canyons et s'étalent à partir de la rupture de pente (fig. 28, p.98).

La comparaison des carottes CH.C. 6933 et 6928 relativement proches est intéressante car elle permet de préciser l'extension des apports turbides. La coupe CH.C. 6933 située à l'E du Dôme Gascogne sur l'isobathe -4450 m est fortement perturbée par des apports de matériaux détritiques. La coupe-type voisine située vers le sommet du Dôme, sur l'isobathe -3900 m, en est pratiquement dépourvue. Le Dôme Gascogne représente donc une dénivellation suffisante bien que faible pour arrêter vers l'W le cheminement des dépôts turbides ; de part et d'autre de ce Dôme, on peut cependant supposer que ces mêmes dépôts sont entrainés plus loin vers l'W, tant qu'il n'y a pas d'obstacles.

L'épaississement restreint aux stades médians du Würm dans la carotte abyssale CH.C. 6609 pourrait être expliqué par le fonctionnement d'un canyon temporairement axé sur le secteur de l'implantation de la coupe en question. Son fonctionnement aurait cessé vers la fin du Würm III ou plutôt l'axe du canyon se serait alors déplacé, mettant ainsi le secteur correspondant à l'abri des arrivées de dépôts turbides ; de ce fait, les formations d'âge récent ont une puissance conforme à celle de la coupe-type.

7.3. CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS STADES CLIMATIQUES RECONNUS DANS LE GOLFE DE GASCOGNE

Il est évident qu'en raison de la faible longueur des carottes prélevées, la masse d'information concernant les derniers stades climatiques du Quaternaire marin est d'autant plus limitée que le stade est plus ancien. C'est ainsi que du Riss au Würm II les informations proviennent presque exclusivement du Dôme Gascogne ; au-dessus, elles intéressent les divers domaines choisis pour cette étude.

Les dépôts attribués au Riss ont été atteints à deux reprises sur le Dôme Gascogne. Il s'agit de la partie supérieure du Riss, seule connue, marquée par un long dépôt très homogène par la nature du sédiment formé et la microfaune planctonique monospécifique qu'il contient. Le climat que l'on peut en déduire est très froid arctique et constant pendant une période de temps vraisemblablement assez longue.

L'interglaciaire Riss-Würm est illustré seulement sur le Dôme Gascogne, par une formation de faible épaisseur (1 m environ) mais qui présente des caractéristiques fauniques tout à fait remarquables : les Foraminifères planctoniques sont variés et abondants, témoignant par la présence de diverses espèces subtropicales, de conditions climatiques un peu plus chaudes que les conditions actuelles. La base de cette période s'individualise nettement par rapport aux horizons froids sous-jacents. Le changement climatique correspondant est donc enregistré en milieu marin pratiquement sans transition. Sa limite supérieure est marquée par un changement plus progressif du climat. Le taux de sédimentation caractérisant cette période est vraisemblablement très faible puisque les 30.000 ans (?) la représentant sont matérialisés par environ 1 m de dépôt.

Le Würm I, premier stade de la dernière glaciation, apparait également très bien dans les séries marines. Illustré par une épaisseur de dépôt assez faible (1 m environ) ce stade est, en raison de la présence exclusive de *Globigerina pachyderma* senestre, marqué par un climat arctique. Le refroidissement qui intervient à la fin de l'interglaciaire Riss-Würm parait (CH.C. 6931) s'installer assez progressivement. Il n'est guère possible actuellement d'apprécier la valeur du taux de sédimentation pendant cette période aux limites chronologiques encore incertaines.

Au-dessus, les dépôts attribués à *l'interstade Würm I-Würm II* ne présentent pas en l'état actuel de nos connaissances, d'originalités très marquées. Le réchauffement du climat à la fin du Würm I semble assez brusque ; la microfaune planctonique se diversifie mais l'association reste celle d'un climat tempéré froid, la proportion des espèces subtropicales etant toujours assez faible. Ce climat est d'ailleurs instable et sujet à des refroidissements de courte durée comme le montre l'irrégularité des courbes obtenues pour les carottes ayant traversé cette période (fig. 3, p. 34). Sur le Dôme Gascogne, l'épaisseur des dépôts qui le représente est comprise entre 0,60 et 1,65 m, mais comme pour le stade sous-jacent, le taux de sédimentation peut difficilement être chiffré.

Le Würm II sus-jacent est un peu mieux connu puisqu'il a été atteint en plusieurs points de la pente continentale. Contrairement aux périodes froides plus anciennes, le Würm II est, suivant le secteur géographique étudié, sujet à quelques variations. Le long de la pente continentale, les microfaunes recueillies au cours de cette période (CH.C. 6709 et 6969) sont arctiques et subarctiques ; ce stade glaciaire, pour sa partie supérieure seule traversée, parait alors homogène. La puissance des dépôts qui le représente n'est pas connue dans ce secteur mais elle est toujours supérieure à 1 m parfois à 3 m (partie amont du Canyon Gascogne I).

Sur le Dôme Gascogne et en certains points de la zone abyssale, ce stade se différencie moins nettement. La microfaune planctonique est toujours froide mais pas toujours arctique (quelques éléments transitionnels) et les oscillations sont fréquentes ; toutefois, aucun élément faunique subtropical n'y existe. L'épaisseur des dépôts correspondants est compriseentre 1,40 et 1,70 m.

Sur le Dôme Cantabria enfin, il n'a pas été trouvé de traces matérialisées de ce stade dans la série stratigraphique étudiée (CH.C. 6976).

Il semble donc qu'au cours de la période de temps que nous avons attribuée au Würm II en milieu marin, le climat soit, suivant le secteur géographique envisagé, sujet à des variations.

L'interstade Würm II-Würm III qui le surmonte est marqué d'une manière très générale dans les zones orientale et centrale du Golfe de Gascogne par le développement d'une microfaune tempérée froide au sein de laquelle s'individualise nettement l'espèce *Globorotalia scitula*. L'expansion de cette forme durant cet interstade n'est pas limitée au seul Golfe de Gascogne ; en effet,

de semblables observations ont été faites au large du Portugal(THIEDE : 1970 ; 1971, fig. 19). Dans la grande majorité des coupes étudiées, cet interstade est représenté par un dépôt relativement épais dans lequel il est possible de distinguer deux temps :

- à la base, un temps encore assez froid correspondant à un lent réchauffement après le Würm II, marqué par la timide apparition d'espèces subtropicales et un développement net des espèces subarctiques. Le changement de l'association faunique est d'autant plus net que le Würm II sous-jacent présente des caractéristiques plus froides. Le résidu de lavage est relativement abondant en ce qui concerne la fraction supérieure à 100 µ.
- au-dessus, un ensemble tempéré frais où s'épanouit *Globorotalia scitula*. Le résidu de lavage est alors extrêmement faible.

L'épaisseur de cet interstade est variable suivant le secteur étudié. Dans les domaines peu touchés par les apports turbides, elle est comprise entre 1,60 m (CH.C. 6969) et 3,20 m (CH.C. 6929).

Si l'on admet les limites chronologiques précédemment fixées pour cet interstade (31.000 à 39.000 ans), le taux de sédimentation en milieu abyssal est alors de 20 à 40 cm/1000 ans. Dans les domaines sujets aux arrivées d'éléments détritiques en provenance du haut du talus continental, l'interstade peut couvrir jusqu'à 4 et 5 m de puissance (CH.C. 6609-6837) et n'a pas été reconnu en totalité. Le taux de sédimentation peut alors être supérieur à 60 cm/1000 ans.

Le Würm III parait être en milieu marin un stade glaciaire bien individualisé dans la grande majorité des cas. Dans les séries condensées, il est représenté par 0,70 à 1 m de sédiments ; le résidu de lavage livre une microfaune planctonique pratiquement monospécifique (*Globigerina pachyderma* senestre) et des sables mal classés dont l'origine sera discutée ultérieurement. La limite inférieure du stade est toujours nette, marquée par la réduction et même souvent la disparition totale des espèces subarctiques et transitionnelles présentes au sommet de l'interstade Würm II-Würm III : ceci suggère un changement climatique assez rapide. Les espèces subarctiques réapparaissent parfois dans certaines coupes à la moitié supérieure des dépôts du Würm III (CARALP, 1968) ce qui laisse supposer un climat légèrement moins rigoureux annonçant le réchauffement ultérieur.

Puisque ce stade dure entre 8000 et 9000 ans environ, il apparait que le taux de sédimentation en milieu abyssal est faible de l'ordre de 7 à 12 cm/1000 ans.

En certains points du Golfe de Gascogne, l'épaisseur du Würm III est très supérieure aux puissances données ci-dessus ; c'est ainsi qu'elle atteint 2,25 m dans la coupe CH.C. 6609 de la plaine abyssale orientale, 3 m et plus dans des coupes implantées dans des canyons (CH.C. 6719, 6726). Le taux de sédimentation assez important qui en résulte environ 40 cm/1000 ans traduit l'existence d'apports détritiques en provenance du secteur oriental (paragraphe 7-2).

L'interstade Würm III-Würm IV est plus difficile à définir. Il est presque partout illustré par une épaisseur faible de dépôt, toujours inférieure à celle de l'Holocène et voisine de 0,20-0,30 m. Par la microfaune qu'il contient, il indique un réchauffement assez sensible du climat par rapport au Würm III sous-jacent mais reste assez généralement tempéré froid.

En raison des limites d'âge précédemment suggérées pour cet interstade, le taux de sédimentation serait en moyenne dans ce Golfe de l'ordre de 5 à 7 cm/1000 ans. Il augmente très fortement au débouché des canyons : 35 cm/1000 ans dans la carotte CH.C. 6714.

Le Würm IV est, lui aussi, matérialisé par un dépôt de faible épaisseur de l'ordre de 0,10 à 0,20 m dans la majorité des coupes. Pour essayer de mieux définir la variation climatique qui le caractérise, il a été nécessaire de s'adresser aux coupes moins condensées situées à la base des canyons malgré les inconvénients que comportent ces coupes (fig. 49). Là, se note assez bien le refroidis-

sement net des eaux mais également le fait qu'à aucun moment ne s'installent les conditions arctiques qui caractérisent le Würm III par exemple. Il semble donc qu'en milieu marin, on assiste entre -18.000 et - 12.000 ans à une dernière offensive du froid n'ayant jamais l'intensité que l'on observe pour les autres stades du Würm.

L'Holocène s'individualise bien par le réchauffement important témoigné par la diversification de la microfaune planctonique. Les conditions actuelles paraissent être assez rapidement atteintes après la dernière manifestation du froid au Würm IV.

L'épaisseur variable de ce «postglaciaire» doit être en partie, nous l'avons vu, liée aux conditions de prélèvement de la partie supérieure des coupes. En domaine profond non sujet à des apports détritiques, il semble qu'elle soit légèrement inférieure à 1 m ce qui donne alors un taux de sédimentation de l'ordre de 8 cm/1000 ans. A la base des canyons, ce taux peut atteindre et dépasser 25 cm/1000 ans.

7.4. AMPLITUDE DES VARIATIONS DE TEMPERATURE AU COURS DES DERNIERES GLACIATIONS

Jusqu'à maintenant, les variations climatiques ont été repérées le long des différentes sections étudiées. L'intensité relative des variations a été interprétée en prenant comme base le climat régnant actuellement dans le Golfe de Gascogne et qui conditionne la présence d'une certaine association faunique.

Il est toutefois possible, en l'absence de toute mesure de paléo-température, de se faire une idée de la température des masses d'eaux dans lesquelles ont vécu les diverses associations fauniques rencontrées et par suite, d'envisager sous forme d'hypothèse, l'amplitude de leur déplacement.

7.4.1. RAPPEL DES TRAVAUX DE BANDY

BANDY (1968, pp. 64-65), à partir des associations fauniques planctoniques connues actuellement, définit pour chacune d'elle un domaine de température à l'intérieur duquel cette association peut vivre. A titre d'exemple, dans des eaux caractérisées par une température comprise entre 5 et 8° C en été, les Foraminifères planctoniques présents sont les suivants : *Globigerina pachyderma* senestre entre 50 et 90% ; *G. bulloïdes*, *G. quinqueloba*, *Globigerinita glutinata*, *G. uvula*, *Globorotalia inflata* senestre en majorité ; *G. scitula*, *G. truncatulinoïdes* senestre en majorité ; des Orbulines.

Une telle association faunique existe à différents niveaux dans certaines des sections que nous avons précédemment étudiées : en utilisant l'échelle établie par BANDY, la température des eaux correspondante devait donc etre comprise entre 5 et 8° C.

Ainsi, BANDY établit 6 paliers de température auxquels correspondent 6 associations fauniques. Ces paliers sont les suivants :

- température inférieure à 2° C : *Globigerina pachyderma* senestre à 95 - 100%.
- température comprise entre 2 et 5° C : *G. pachyderma* senestre à plus de 90%, des espèces subarctiques et une espèce transitionnelle (*G. inflata*).
- température comprise entre 5 et 8° C : l'association est citée ci-dessus.
- température comprise entre 9 et 15° C : *G. pachyderma* dextre dominante (50 à 90%), à laquelle s'associent les mêmes espèces que dans le palier précédent et quelques *Globigerina dutertrei* sans plaques ombilicales.

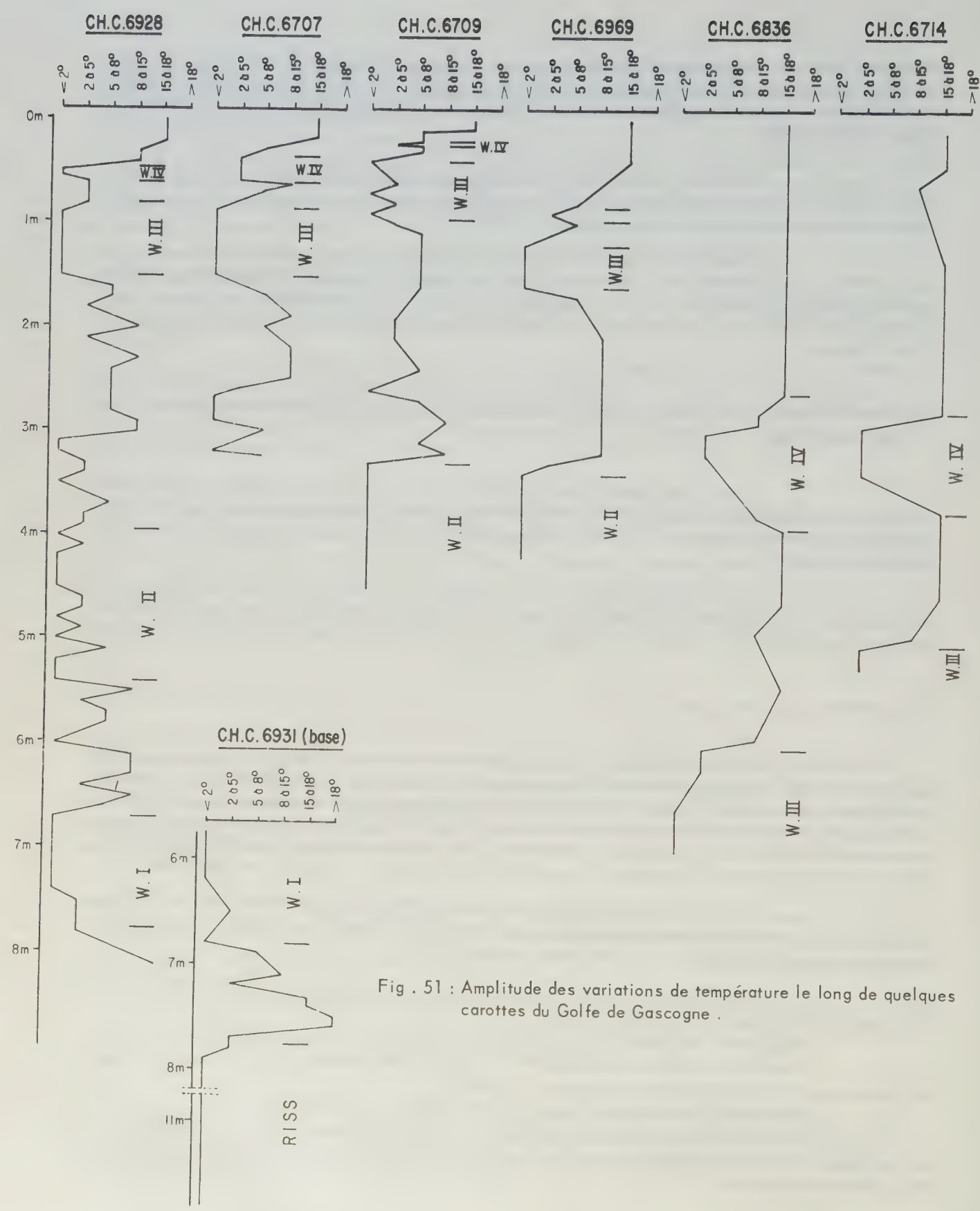


Fig . 51 : Amplitude des variations de température le long de quelques carottes du Golfe de Gascogne .

- température comprise entre 15 et 18° C : *G. pachyderma* dextre mais en proportion supérieure à 90 %. L'association est par ailleurs pratiquement la même que dans la catégorie précédente mais progressivement apparaissent quelques espèces subtropicales.
- température supérieure à 18° C : apparition de *Globorotalia menardii* senestre, *Candeina nitida*, *Globigerinoïdes conglobatus* ; *Globorotalia truncatulinoïdes* dextre dominant, etc...

7.4.2. APPLICATION

Chaque association faunique est donc liée à un intervalle de température assez limité hors duquel elle n'a pu vivre. Le long d'une section verticale, la succession d'associations fauniques différentes indique une variation des températures correspondant pour chaque association à l'intervalle de températures dans lequel elle peut vivre.

Il est alors possible, pour les principales carottes étudiées, de dresser une courbe des variations de températures des eaux dans lesquelles a vécu la microfaune considérée.

Il convient de signaler à ce propos, que les microfaunes planctoniques vivent dans la tranche d'eau supérieure des océans entre 750 m et la surface (BOLTOVSKOY, 1969 a) avec une nette majorité entre 0 et 250 m. Les différentes espèces ne vivent d'ailleurs pas toutes au même niveau. C'est ainsi que, toujours d'après BOLTOVSKOY, *Globigerina bulloïdes* vit entre 0 et 50 m, *Globigerinoïdes ruber* entre 0 et 100 m, *G. conglobatus et Globigerinella aequilateralis*, entre 0 et 250 m, en revanche, *Globorotalia scitula* existe entre 500 et 750 m. De ce fait, les indications de température que l'on peut déduire de l'examen d'une association faunique planctonique correspondent à la température moyenne de la tranche d'eau comprise entre 0 et 750 m environ à un temps donné. En aucun cas, l'intervalle de température obtenu ne peut intéresser des masses d'eau inférieures et à plus forte raison la surface du fond des océans sur laquelle vivent les microfaunes benthiques.

7.4.3. RESULTATS

Les courbes (fig. 51) illustrant les variations de température que l'on peut déduire des microfaunes planctoniques, ont été réalisées sur les carottes les plus intéressantes parmi celles que nous avons étudiées, c'est-à-dire :

- la coupe-type CH.C. 6928 et son complément CH.C. 6931,
- la coupe CH.C. 6707 également sur le Dôme Gascogne,
- les carottes CH.C. 6709 et 6969 situées dans les domaines relativement tranquilles de la pente continentale,
- les carottes CH.C. 6836 et 6714 dans lesquelles les dépôts récents sont très développés.

L'Holocène est caractérisé dans tous les cas par une température d'été des eaux comprise entre 15 et 18° C. Dans la série stratigraphique reconnue, la seule période plus chaude que l'Holocène est l'interglaciaire Riss-Würm au cours duquel la température doit être légèrement supérieure à 18° C. Toutes les autres phases sont plus froides que l'Actuel.

Les périodes où régnait une température très basse et qui constituent, dans les successions établies, les temps de froid maximum sont :

- la partie supérieure du Riss (seule connue)
- le Würm I
- le Würm III.

Au cours de ces trois périodes, la température des eaux devait être inférieure à 2° C.

Les deux autres phases froides : Würm II et Würm IV seraient caractérisées dans l'ensemble par une température moins basse, de l'ordre de 2 à 5° C :

- le Würm II offre une température des eaux assez irrégulière avec des passages plus froids (fig. 51),
- le Würm IV est au contraire assez homogène tel qu'il apparait dans les deux carottes où la série quaternaire terminale est très développée. Dans la coupe-type, ce stade très court accuse une température basse inférieure à 2° C.

Les interstades du Würm sont toujours plus frais que la période actuelle. Les deux interstades Würm I-Würm II et Würm II Würm III paraissent assez proches l'un de l'autre par leur température moyenne pouvant être comprise entre 5 et 8°C. L'interstade Würm III-Würm IV semble montrer une certaine variabilité en relation avec la position géographique de la zone considérée. Presque aussi chaud que la période actuelle dans les carottes CH.C. 6836 et 6714 situées à la base des canyons, il est caractérisé par des températures comprises entre 5 et 8° C dans la majorité des autres coupes.

En résumé, et malgré le manque de rigueur obligé de la méthode utilisée, il semble que la *température d'été* (BANDY, 1968) intéressant les eaux dans lesquelles ont vécu les microfaunes de Foraminifères planctoniques ont subi au cours des dernières glaciations les variations suivantes :

- Riss (partie supérieure) : température inférieure à 2° C.
- Interglaciaire Riss-Würm : température égale ou supérieure à 18° C.
- Würm I : température inférieure à 2° C.
- Interstade Würm I-Würm II : température comprise entre 5 et 8° C.
- Würm II : température moyenne comprise entre 2 et 5° C.
- Interstade Würm II-Würm III : température comprise entre 5 et 8° C.
- Würm III : température inférieure à 2° C.
- Interstade Würm III-Würm IV : température hésitante mais supérieure à 5° C.
- Würm IV : température comprise entre 2° et 5° C.
- Holocène : température comprise entre 15 et 18° C.

7.4.4. HYPOTHESES SUR LE DEPLACEMENT DES DOMAINES CLIMATIQUES

Les résultats qui précédent sont vérifiables en ce qui concerne l'Holocène puisque l'on dispose actuellement de cartes des températures d'été réalisées dans le N de l'Océan Atlantique à des profondeurs allant de la surface au fond (DIETRICH, 1969). En ce qui concerne précisément le Golfe de Gascogne, les températures d'été sont les suivantes :

- en surface : 18 à 19°.
- à 50 m de profondeur : 14 à 16°.
- à 100 m de profondeur : 12°.
- à 200 m de profondeur : 11 à 12°.

Ces mesures de températures actuelles sont donc très comparables aux résultats obtenus pour les formations holocènes par l'examen des associations planctoniques. De plus, puisque la grande majorité des espèces vit entre la surface et 250 m de prodondeur, la température moyenne que l'on peut déduire de l'examen de l'association faunique est beaucoup plus le reflet de la température régnant dans les tranches d'eau supérieures que dans celles qui sont inférieures à 250 m.

Les résultats obtenus se trouvant vérifiés en ce qui concerne l'Holocène, il est possible de rechercher où se situent actuellement dans l'Atlantique N, les domaines océaniques dont les masses d'eaux supérieures sont marquées en été par des températures inférieures à 2° C.

Les mêmes cartes de DIETRICH (1969), montrent que les températures inférieures à 2° C se situent :

- en surface à proximité des côtes du Groenland
- à 100 m de profondeur au milieu du détroit de Danemark.
- à 200 m de profondeur au niveau des côtes N de l'Irlande.

Ces données permettent de se faire une idée du climat régnant dans le Golfe de Gascogne au moment des plus grands froids du Würm ou du Riss et de l'amplitude considérable du déplacement vers le S des domaines climatiques arctiques par rapport à leur position géographique actuelle.

Sur le continent, la majorité des auteurs(LLIBOUTRY : 1965, de SONNEVILLE-BORDES : 1967, BORDES, 1968, BREZILLON : 1969) s'accordent pour reconnaitre qu'au cours du Pléistocène, la limite d'extension maximale des inlandsis est descendue assez bas sur l'Europe du N puisque l'Irlande et la majeure partie de la Grande-Bretagne furent recouvertes par les glaces.

Les résultats auxquels nous conduisent les microfaunes planctoniques pour le domaine océanique voisin (Golfe de Gascogne), paraissent assez en harmonie avec cette limite du front des glaces.

7.4.5. ORIGINE DE CERTAINS MATERIAUX DETRITIQUES

Lors de l'examen des variations de puissance de la sédimentation, il est apparu qu'une grande partie des apports détritiques marquant certaines carottes de la plaine abyssale provient du secteur oriental du Golfe de Gascogne et, à la limite, du domaine continental émergé voisin. Les renseignements fournis par l'examen des associations fauniques benthiques qui sont liées à la bathymétrie confirment en un sens ces hypothèses ; il n'est pas rare, au sein de dépôts sableux à caractère turbide de reconnaitre un mélange d'associations fauniques variées, constitué par des éléments en place et par des éléments transportés au même titre que les sables et provenant des zones hautes plus orientales et même du plateau continental voisin (CH.C. 6714 et diverses coupes du Canyon Gascogne I).

Toutefois, il ne semble pas que tous les matériaux détritiques observés dans les coupes abyssales du Golfe de Gascogne aient toujours pour origine le domaine oriental. Il ne sera pas fait état ici de résultats sédimentologiques mais plutôt de quelques observations portant sur le résidu de lavage lors de l'examen des associations fauniques.

En effet, un certain nombre de niveaux caractérisés par une microfaune planctonique arctique, ont livré dans le refus du tamis supérieur à 100 µ des sables d'aspect différent de ceux des horizons turbides, par l'irrégularité très nette de leur granulométrie (pl. VII, fig. 1 et 2 ; pl. IX, fig. 2). Dans ces sables mal classés, la microfaune benthique est généralement très pauvre et parfois même absente, mais les rares espèces représentées sont abyssales et aucun apport de microfaune allochtone issu de zones moins profondes ne peut y être décelé.

Ces sables mal classés se situent toujours comme le prouve la microfaune planctonique, dans des dépôts formés sous un climat glaciaire. Il en est ainsi dans les formations correspondant au Würm III, au Würm I et au Riss. En ce qui concerne le Würm III où l'abondance des informations est plus grande, ces types de sables ont pu être notés dans les carottes CH.C. 6928 (pl. VII, fig. 1), 6907, 6929, 6709, 6989, 6976 (pl. VII , fig. 2).

Les arguments micropaléontologiques permettent de supposer que ces sables ne proviennent pas des régions de pente ou de plateforme continentale situées à l'E.

D'autre part, d'après LATOUCHE (in CARALP, DUMON et al., 1969, p. 250), l'étude de la fraction très fine des sédiments fait apparaitre que «les épisodes fins coincident généralement avec les phases climatiques glaciaires. Au contraire, les épandages de matériel détritique grossier correspondent à des périodes inter ou postglaciaires, caractérisées le plus souvent, en particulier dans l'axe du canyon, par des faciès à turbidite». Il semble donc qu'en période glaciaire, l'apport de matériaux détritiques en provenance du continent soit très faible et que les éléments apportés soient fins (grain médian de l'ordre de 2 μ, fig. 6707-4, p. 240).

Par conséquent, l'origine des sables observés dans les stades glaciaires en milieu marin abyssal pourrait-elle être recherchée ailleurs que vers l'E.

Or, on connait dans l'Atlantique N la présence de blocs erratiques (PRATT, 1961) transportés assez loin vers le S par des icebergs au cours des périodes froides du Pléistocène jusqu'à la latitude de 30° N. CONOLLY et EWING (1965) ont, sur du matériel carotté dans l'Atlantique N, mis en évidence un pourcentage notable de matériaux d'origine glaciaire (sables en particulier) au cours de certains épisodes reconnus froids par l'examen de la microfaune planctonique (ERICSON et al., 1961).

Les hypothèses émises ci-dessus quant à l'amplitude du refroidissement des masses océaniques dans le Golfe de Gascogne permettent de supposer que les éléments sableux hétérogènes notés exclusivement dans les stades glaciaires des carottes du Golfe de Gascogne ont pour origine des domaines continentaux septentrionaux et ont été transportés par des glaces flottantes lachées par la calotte glaciaire recouvrant notamment l'Irlande. Puisque les grains de sables observés ont une taille inférieure à quelques millimètres, on peut penser qu'ils ont été amenés dans le Golfe de Gascogne par des blocs de glace de petite taille (ice-floe d'aprés BERTHOIS, communication orale) résultant du fractionnement répété des icebergs seuls susceptibles de véhiculer des blocs importants.

L'entrée de ces ice-floes dans le Golfe devait être facilitée par les vents d'W, dominants sous nos latitudes ; il s'ensuivait un saupoudrage du fond de l'Océan par des sables glaciaires d'origine nordique.

Ainsi, pourrait peut-être s'expliquer la présence de sables hétérogènes dans les dépôts correspondants aux périodes de froid intense que sont en milieu marin le Riss, le Würm I et le Würm III.

7.5. COMPARAISON DES RESULTATS AVEC D'AUTRES DOMAINES D'ETUDES

Il parait maintenant intéressant de comparer sommairement les résultats obtenus dans le Golfe de Gascogne à ceux connus dans d'autres domaines marins, puis dans le domaine continental le plus proche (SW de la France).

7.5.1. DOMAINES MARINS

Parmi les nombreux secteurs étudiés, deux domaines très différents ont été retenus pour cette comparaison. Ce sont :

- le domaine atlantique compris entre 30° lat. N et 30° lat. S, correspondant à une partie des recherches d'ordre climatique effectuées au Lamont Geological Observatory (ERICSON et al., 1961, 1964 ; ERICSON et WOLLIN, 1968).

- le domaine méditérranéen avec les recherches réalisées à la Station marine d'Endoume (BLANC-VERNET et al., 1969).

DOMAINE ATLANTIQUE

Dans le domaine climatique tropical et subtropical étudié, les variations microfauniques observées touchent plus la représentation numérique des espèces au sein d'une association à peu près constante, que les variations mêmes des associations. Il n'y a pas en effet dans les secteurs géographiques correspondants de changement très profond des associations fauniques successives tels que ceux marquant les régions plus septentrionales du globe.

Aussi, les méthodes d'études susceptibles de donner des résultats sont-elles différentes de celles que nous avons été amenéeà utiliser.

C'est ainsi que les deux espèces *Globorotalia truncatulinoides* (par son sens d'enroulement) et *Globorotalia menardii* (par la variation du nombre d'individus par niveaux) constituent les éléments de base des études micropaléontologiques.

Disposant d'un matériel carotté particulièrement abondant et de coupes ayant souvent une grande longueur, les auteurs (ERICSON et al., 1964 et 1968) dressent alors une échelle stratigraphique qui intéresse l'ensemble du Pleistocène.

Nous retiendrons seulement la partie supérieure de cette échelle, qui concerne les 120.000 dernières années. Les courbes montrent :

- une période chaude s'étendant de 0 à 11.000 ans imputée au post-glaciaire.
- un long temps «froid» de - 11.000 à - 60.000 ans
- une période chaude de - 60.000 à - 95.000 ans environ
- un stade «froid» de - 95.000 à - 110.000 ans environ,

ces trois temps étant attribués à la glaciation du Wisconsin

- un long temps chaud de - 110.000 à - 340.000 ans correspondant à l'interglaciaire Sangamon.

Par rapport à la stratigraphie établie dans le Golfe de Gascogne, il semble que certains éléments soient comparables :

- le post-glaciaire 0 à - 11.000 ans et l'Holocène daté de 0 à - 12.000 ans environ.
- le long temps «froid» compris entre - 11.000 et - 60.000 ans serait approximativement l'équivalent de l'ensemble de la période attribuée au Würm et comprenant dans le Golfe de Gascogne quatre stades arctiques et trois interstades.
- la période chaude comprise entre - 60.000 ans et - 95.000 ans équivaudrait peut-être à l'interglaciaire Riss-Würm.

Mais au-dessous, la comparaison ne parait plus possible puisque dans le Golfe de Gascogne se développe un long temps froid arctique qui ne parait pas avoir d'équivalent dans l'échelle d'ERICSON et al.

Il est évident que dans le Golfe de Gascogne, l'amplitude des variations observées est particulièrement importante au cours du Würm. Le long des courbes que nous avons dressées s'inscrivent, en considérant l'ensemble des associations fauniques, une succession d'évènements mineurs par rapport à l'ensemble des glaciations. Ces petites variations ne paraissent pas s'être fait sentir dans des domaines plus méridonaux, tels que le domaine subtropical. D'ailleurs, ERICSON et al (1961) écrivaient à ce propos (p. 282) : «Any variation of water temperature which may have occured between 60.000 and 11.000 years B.P. must have been of insufficient intensity or of insufficient duration to have left a discernible mark on the faunal record».

En considérant seulement dans une coupe du Golfe de Gascogne (CH.C. 6928 par exemple, fig. 5 et 6, p. 40 et 41) les informations données par la variation numérique des espèces subtropicales, nous aurions été amenés à définir uniquement trois ensembles climatiques «majeurs», correspondant à l'Holocène, à l'ensemble du Würm (absence de formes subtropicales) et à l'interglaciaire Riss-Würm.

En résumé, en ce qui concerne la partie supérieure du Quaternaire, seule commune aux deux types d'études, il apparait que les échelles stratigraphiques et chronologiques établies sous les tropiques sont dans les grandes lignes comparables à celles du Golfe de Gascogne depuis l'interglaciaire Riss-Würm jusqu'à la période actuelle.

Les dépôts attribués au Würm paraissent relativement homogènes dans les domaines subtropicaux et tropicaux témoignant d'un refroidissement modéré par rapport aux périodes voisines. Dans le Golfe de Gascogne, les dépôts de même âge attestent des variations climatiques très intenses, ressenties assez directement par les microfaunes en raison vraisemblablement de la proximité vers le N des continents pris par les glaces.

DOMAINE MEDITERRANEEN

De nombreuses études ont été faites en Méditerranée depuis près de 20 ans. Parmi celles-ci, il est possible de prendre comme base de comparaison le récent travail de BLANC VERNET, CHAMLEY et FROGET (1969) sur la carotte profonde prélevée en Méditerranée Nord-occidentale au large du Cap Sicié par 2460 m de profondeur.

Sur le plan micropaléontologique tout d'abord, il apparait que les variations climatiques que l'on peut déduire de la composition spécifique des assemblages fauniques n'ont jamais l'ampleur de celles observées dans le Golfe de Gascogne. A aucun niveau, les auteurs ne signalent d'association monospécifique à *Globigerina pachyderma* senestre.

Si l'on se refère aux travaux de BANDY (1968), il semble qu'entre l'intensité des froids maximum signalés en Méditerranée occidentale et dans le Golfe de Gascogne, il y ait un écart d'au moins 5°C, les eaux atlantiques atteignant les températures les plus basses. Des mesures de paléotempératures faites en Mer d'Alboran par VERGNAUD-GRAZZINI et BARTOLINI (1970, tabl. 3, p. 331) conduisent d'ailleurs à des résultats du même ordre. Ceci semble logique étant donné l'éloignement géographique de la Méditerranée par rapport aux domaines pris par les glaces lors du Würm par exemple.

Sur le plan de la stratigraphie, étant donné que les variations climatiques ont une amplitude relativement faible en Méditerranée, les auteurs ont utilisés diverses techniques permettant de mieux les cerner. Les résultats donnés sont alors la synthèse des études faites sur les Foraminifères planctoniques, les Ptéropodes et la fraction sédimentaire issue du continent (BLANC-VERNET et al., fig. 4, p. 230). En ce qui concerne l'examen détaillé des formations rencontrées, BLANC-VERNET et al. ont adopté comme référence la succession proposée par ESCALON de FONTON (1966) et fondée sur divers critères continentaux relevés dans les grottes.

La carotte étudiée couvre la période de temps s'étendant de l'interstade Würm I-Würm II à l'actuel, à laquelle correspond un dépôt de 6,20 m de puissance. Une comparaison directe avec les résultats obtenus sur la coupe CH.C. 6928 du Dôme Gascogne fait apparaitre que, pour l'ensemble de la période considérée, les taux de sédimentation sont très voisins, de l'ordre de 10 - 11 cm/1000 ans. Cette notion de taux de sédimentation prend alors une signification intéressante puisque les éléments de comparaison sont prélevés dans des secteurs comparables abrités des apports détritiques et marqués par une sédimentation essentiellement pélagique.

Les variations notées en milieu marin méditerranéen reproduisent celles connues sur le continent voisin (ESCALON de FONTON, 1966). Par rapport aux résultats obtenus en Atlantique, la comparaison des échelles stratigraphiques obtenues montre que la durée relative des stades et interstades parait parfois différente. C'est ainsi que l'épaisseur des dépôts correspondant aux interstades est plus faible en Méditerranée, notamment pour l'interstade Würm II-Würm III (BLANC-VERNET, et al., fig. 4, p. 230).

Le Würm III, longuement développé en Méditerranée, n'est pas homogène et ne présente jamais les conditions arctiques très marquées qui le caractérisent en Atlantique.

Le passage du Würm III au Würm IV est moins net en Méditerranée.

La base de l'Holocène est bien indiquée par les Ptéropodes et au cours de l'Holocène représenté en Méditerranée par 1,20 m de dépôts, s'inscrivent de nombreuses variations mineures. En Atlantique, il ne semble pas que l'on puisse actuellement sur le matériel étudié discerner ce type de variations. Il apparait donc que les variations climatiques se marquent d'une manière intense en Atlantique, plus nuancée en Méditerranée.

En conclusion, le fait essentiel que l'on peut retirer de la confrontation des résultats obtenus dans le Golfe de Gascogne et dans deux domaines situés l'un en l'Atlantique, l'autre en Méditerranée, est que dans le Golfe de Gascogne les variations climatiques s'impriment dans les sédiments marins avec le plus d'intensité.

Ce Golfe est largement ouvert sur le domaine océanique et reçoit directement l'influence des masses d'eaux froides situées vers le N. Au cours des stades glaciaires, ce sont - nous l'avons vu ci-dessus - des conditions nettement arctiques qui y règnent.

En Méditerranée, aux mêmes stades glaciaires, les conditions paraissent être celles d'un domaine tempéré froid actuel, puisqu'il ne semble pas que des températures inférieures à 7° 2 (isotherme marquant le changement de sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma)* y aient régnées.

Dans le domaine tropical et subtropical atlantique, l'éloignement du domaine arctique est grand. L'association faunique de base reste la même quelle que soit la période quaternaire considérée ; les variations portent essentiellement sur la quantité d'individus par espèce.

Le Golfe de Gascogne parait donc particulièrement favorable aux études portant sur les variations climatiques quaternaires. Il en est de même (THIEDE, 1971) dans la région des marges continentales du Portugal où malheureusement les prélèvements réalisés sont encore de faible longueur. Il doit en être de même dans des secteurs plus septentrionaux qui constitueraient des étapes vers le domaine arctique étudié par ERICSON (1959).

7.5.2. DOMAINE CONTINENTAL

Etant donné que le Golfe de Gascogne est limité vers l'E par les territoires W et S-W de la France, il a paru logique et utile d'essayer de relier les résultats obtenus en domaine marin à la chronologie antérieurement établie dans le S-W de la France par BORDES et ses collaborateurs.

Ce n'est donc pas une véritable comparaison des résultats obtenus en milieu marin aux données connues en milieu continental que nous sommes amenés à faire : la base stratigraphique et chronologique étant commune aux deux types d'études, nous essaierons plutôt de définir les caractéristiques propres du Quaternaire terminal en milieu marin par rapport à celles connues sur le continent.

Dans l'ensemble, de la fin du Riss à l'époque actuelle, la succession des stades et interstades glaciaires est la même. Au-dessus de l'interglaciaire Riss-Würm bien caractérisé par un climat un peu plus chaud que le climat actuel, quatre stades du Würm ont pu être reconnus et parallélisés avec les mêmes stades définis dans le SW de la France par BORDES (1968).

Toutefois, du point de vue chronologique, si l'on compare le tableau des âges des dépôts marins (ci-dessus, p.) aux échelles de BORDES (1968) reprises par de LUMLEY (1969), il apparait que, en milieu marin :

- les stades glaciaires paraissent avoir une durée plus courte que sur le continent,
- les interstades au contraire, une durée plus longue.

On assiste donc en milieu marin dans le Golfe de Gascogne à un allongement relatif des interstades par rapport aux stades tels qu'ils sont connus sur le continent voisin. Il convient de noter également que les apports détritiques sont plus importants lors des interstades en milieu marin que lors des stades glaciaires (taux de sédimentation plus fort). Sur le continent au contraire, on assiste pendant ces mêmes interstades à un lessivage des sols et à une absence des dépôts susceptibles de préserver en particulier les témoins des industries interstadiaires ou interglaciaires (de SONNEVILLE-BORDES, 1967, p. 22 et fig. 2 et 5).

Les caractéristiques des stades glaciaires et des interstades ainsi parallélisés sont parfois différentes dans les domaines marins et continentaux. Nous retiendrons les deux exemples suivants :

- *le Würm II* est dans le S-W de la France un stade glaciaire très froid, très bien marqué et repéré dans la série stratigraphique (BORDES et al. 1966 ; LAVILLE, 1969). LAVILLE écrit (p. 78) « les composants sédimentologiques font apparaitre le Würm II comme un stade particulièrement rigoureux qui contraste de façon frappante avec le caractère modéré du Würm I.

En milieu marin nous avons noté :

- que le Würm I est toujours mieux individualisé que le Würm II à la fois par ses limites nettes et par l'intensité du froid qui y régne.
- que le Würm II ne présente pas toujours les mêmes caractéristiques d'W en E. Peu ou pas marqué vers l'W (CH.C. 6976 du Dôme Cantabria), il est oscillant au niveau du Dôme Gascogne (CH.C. 6928) où ses limites sont floues ; il est en revanche plus net vers l'E au niveau de la pente continentale (CH.C. 6709 et 6969).

- *le Würm IV* est en milieu marin abyssal un stade de courte durée représenté par un dépôt de faible épaisseur. Il s'agit presque de l'enregistrement d'un coup de froid situé avant l'Holocène et n'ayant pas la rigueur des stades glaciaires sous-jacents.

A la base de la pente continentale, où les dépôts formés témoignent d'un apport détritique oriental, les horizons correspondant au Würm IV dénotent un climat froid non arctique bien individualisé entre l'interstade et l'Holocène qui l'entourent.

Sur le continent voisin dans le S-W de la France, ce dernier stade würmien est très bien individualisé et longuement développé : il correspond à la période magdalénienne (de SONNEVILLE-BORDES, 1967; p. 97). Toutefois, vers l'E de l'Europe, il semble que le Würm IV soit, comme en milieu marin, peu marqué puisque WOLDSTEDT (1967, p. 287, fig. 22) différencie seulement trois stades du Wurm qui représenteraient peut-être l'équivalent des Würm I, II et III.

Les autres périodes glaciaires reconnus en milieu marin : Riss supérieur et Würm III, montrent une rigueur du climat tout à fait comparable à celle qui a existé sur le continent. Le passage du Riss à l'interglaciaire sus-jacent témoigne d'un changement climatique profond et extrême puisque l'interglaciaire atteste en milieu marin comme en milieu continental de conditions plus chaudes que celles de l'Holocène.

7.6. ESSAI DE PALEOGEOGRAPHIE ET CONCLUSIONS

A l'issue de cette étude, il est tentant d'essayer d'imaginer ce qu'a pu être le Golfe de Gascogne au cours des derniers temps du Quaternaire et quelle évolution il a subi depuis la fin du Riss jusqu'à l'époque actuelle.

A la fin du Riss, les glaces occupent toute l'Irlande et le front des glaciers se situe au S de la Grande-Bretagne. Les Foraminifères planctoniques vivant dans les eaux du Golfe sont typiquement arctiques. Il règne sur la France et dans le Golfe de Gascogne un froid intense proche de celui qui caractérise actuellement la zone du N de l'Islande. L'isotherme 7,2° correspondant au changement du sens d'enroulement de *Globigerina pachyderma* (ERICSON, 1959), se place vraisemblablement très au S, peut-être au delà des côtes portugaises. De plus, l'intensité du froid est confirmée par la présence, sur le fond de l'océan, d'éléments sableux assez fins qui paraissent avoir été amenés par ice-floes depuis des provinces plus nordiques. Parallèlement la ligne de rivage se localise plus à l'W qu'actuellement et une grande partie du plateau continental est emergée (FAIRBRIDGE, 1961).

Puis, l'océan se réchauffe comme en témoigne l'apparition de microfaune planctonique variée, tempérée chaude. Ce réchauffement qui permet d'individualiser *l'Interglaciaire Riss-Würm* est relativement rapide et son amplitude est importante ; en effet des conditions légèrement plus chaudes que les conditions actuelles s'installent. Le front des glaciers remonte loin vers le N ainsi que les microfaunes arctiques qui vivaient précédemment dans le Golfe et par suite l'isotherme 7,2° cité précédemment Il n'y a plus d'apports d'éléments transportés par des glaces en provenance du N. La sédimentation dans la partie centrale du Golfe (la seule où nous ayons des informations sur cette période) est typiquement pélagique et le taux de sédimentation très faible. Mais cet interglaciaire est de courte durée et le froid revient progressivement.

La glaciation du Würm. la dernière, s'installe et va durer quelques 60.000 années au cours desquelles se succéderont des périodes de froid intense et des périodes tempérées froides. En même temps que redescend le front des glaciers sur le S de la Grande-Bretagne, s'installe à nouveau dans le Golfe une microfaune arctique. Les microfaunes de type tempéré chaud marquant l'interglaciaire précédent se réfugient vers le S dans les domaines subtropicaux actuels. Ces nouvelles conditions climatiques déterminent le premier stade glaciaire du Würm qui sera suivi par une alternance d'interstades à climat tempéré froid et de stades à climat arctique. Certains stades ne paraissent pas avoir des caractéristiques constantes dans l'ensemble du Golfe ; le Würm II par exemple, s'insividualiserait mieux dans le domaine de la pente continentale. D'autres stades au contraire, telles les périodes attribuées au Würm I et au Würm III sont toujours marquées par une microfaune arctique ; ceci est très net en ce qui concerne le Würm III mieux étudié que les stades sous-jacents.

Les interstades reconnus paraissent représenter un réchauffement assez timide. En effet, les microfaunes recueillies dans les dépôts correspondants sont caractéristiques d'eaux tempérées froides. Au cours de ces interstades, une quantité notable d'éléments détritiques issus du continent voisin et contenant certains restes de microfaunes benthiques arrivent dans la plaine abyssale après avoir suivi l'axe des canyons du talus, et s'avancent sous forme de turbidites jusqu'au premier obstacle rencontré devant lequel ils s'arrêtent.

Une dernière période de froid intense s'installe et constitue le Würm III. L'ensemble du Golfe subit des conditions arctiques ; seule *Globigerina pachyderma* senestre peut y vivre. Les tests correspondants tombent au fond en même temps que certains matériaux sableux apportés par les dernières glaces flottantes descendues sous ces latitudes. L'isotherme 7,2° migre vers le S au delà peut-être des côtes du Portugal (THIEDE, 1971). La ligne de rivage recule d'E en W sur la plate-forme continentale jusqu'à une cote sans doute inférieure à -100 m. (EMERY, 1970 ; PINOT, 1968).

C'est alors que débute timidement *le réchauffement qui va imprimer au Golfe de Gascogne ses caractéristiques actuelles.* Une dernière hésitation climatique interrompt momentanément ce réchauffement ; il s'agit sans doute du stade Würm IV qui parait assez généralement marqué dans le Golfe comme une dernière «onde de froid» précédent l'Holocène. Une microfaune planctonique tempérée s'y installe et y vit actuellement. Le niveau de la mer remonte progressivement pour atteindre le rivage actuel. Quelques déplacements de sédiments se produisent sporadiquement dans le domaine du talus et de la plaine abyssale voisine. Plus à l'W- au niveau du Dôme Gascogne par exemple- la sédimentation prend un caractère essentiellement pélagique où s'inscrit assez fidèlement l'histoire récente du Golfe de Gascogne.

Ainsi, pendant ces 100.000 dernières années, infime fraction de l'échelle des temps géologiques, le Golfe de Gascogne est le théâtre de nombreuses fluctuations climatiques.

Ces oscillations, quoique de faible amplitude, mettent en jeu de multiples facteurs qui interviennent dans un laps de temps très court. Elles s'inscrivent dans des phases rythmiques d'une certaine manière élémentaires et se marquent dans les sédiments stratiformes qui restent les témoignages tangibles de leur existence.

Ainsi, les terrains récents s'intègrent dans un mouvement dont la transposition à grande échelle autorisera une meilleure approche des périodes plus anciennes.

Et, en conclusion de cette étude, c'est dans la connaissance de plus en plus précise des rythmes élémentaires de toutes sortes que se situe la clé de l'interprétation de l'histoire géologique de la Terre.

BIBLIOGRAPHIE

ALIMEN M.H. - (1957)
The Quaternary of France.
in : RANKAMA K., The Quaternary
Interscience Publ., vol. 2, p. 89-238.

AOKI N. - (1963)
Pliocene and Pleistocene Foraminifera from along the Yoro river, Boso Peninsula. Vertical faunal change.
Sc Rep , Tokyo Kioku Daigaku, Section C, p. 203-227.

ARRHENIUS G. - (1950)
Foraminifera and sea stratigraphy.
Science, vol. 111, nº 2881, p. 288.

ARRHENIUS G. - (1952)
Sediments cores from the East Pacific.
Repts. Swedish deep Sea Exped , vol. 5, fasc. 1, p. 6-91.

ASANO K., INGLE J.C. et TAKAYANAGI Y. - (1968)
Globigerina quinqueloba NATLAND ; origin and distribution in late cenozoic of the North Pacific.
Committe Medit. Neogene stratigraphy., Proc. IV, Session, Bologna, 1967. *Giornale di Geologia* (2), t. XXXV, fasc. II, p. 217-246, fig. 1-15, tabl. 1.

BALLAN Y., KLINGEBIEL A., PUJOS M., et DE RESSEGUIER A. - (1968)
Contribution à l'étude du canyon « Gascogne I »
Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine, nº 5, p. 168-173, 3 fig., 1 tabl.

BANDY O.L. (1960)
The geologic significance of coiling ratios in the Foraminifer *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG).
Journ. Paleont., vol. 34, nº 4, p. 671-681.

BANDY O.L. - (1967)
Foraminiferal definition of the boundaries of the Pleistocene in Southern California.
Progress in Oceanography, vol. 4, p. 27-50.

BANDY O. L. - (1968)
Cycles in Neogene Paleoceanography and Eustatic changes.
Paleogeogr., Paleoclimat., Paleoecol., vol. 5, nº 1, p. 63-75.

BANDY O.L., BUTLER E.A., et WRIGHT R.C. - (1969)
Alaskan upper Miocene marine glacial deposits and the *Turborotalia pachyderma* Datum Plane.
Science, vol. 166, p. 607-609, 2 text. fig.

BANNER F.T. - (1965)
On *Hastigerinella digitata* (RHUMBLER, 1911).
Micropal., U.S.A., vol. 11, nº 1, p. 114-116.

BANNER F.T. et BLOW W.H. - (1960 a)
The taxonomy, morphology and affinities of the genera included in the subfamily *Hastigerininae*.
Micropal., U.S.A., vol. 6, nº 1, p. 19-31, text-figs. 1-11.

BANNER F.T. et BLOW W.H. - (1960 b)
Some primary types of species belonging to the superfamily *Globigerinaceae*.
C.C.F.F.R, vol. XI, part. 1, nº 204, p. 1-41, pl. 1-8, 1 fig.

BARACH M. C. - (1970)
Les Foraminifères planctoniques dans les sédiments de l'Atlantique Nord.
Edit. « Nautsa », Moscou, 95 p.

BASTIN B. - (1970)
La chronostratigraphie du Würm en Belgique, à la lumière de la palynologie des loess et limons.
An. Soc. Géol de Belgique, t. 93, p. 545-580.

BÉ A.W.H. - (1959)
Ecology of Recent planktonic foraminifera : Part I - Areal distribution in the western.
North Atlantic.
Micropal. U.S.A., vol. 5, nº 1, p. 77-98.

BÉ A.W.H. - (1960)
Some observations on arctic planktonic foraminifera.
C.C.F.F.R., vol. XI, part. 2, nº 209, p. 64-68, 1 tabl., 1 text-fig.

BÉ A.W.H. - (1967)
Foraminifera. Families *Globigerinidae and Globorotaliidae*.
Cons. Perm. Internat. Explor. Mer, Fiches Ident., Zooplancton, sheet 108, p. 2-9.

BÉ A.W.H. - (1969)
Planktonic Foraminifera. In « Distribution of Selected groups of marine invertebrates in waters South of 35º S latitude.
Antarctic Map Folio Series, American Geographical Society, 4 p., 2 fig. 14 cartes .

BÉ A.W.H., HAMLIN W.H. - (1963)
North Planktonic Foraminifera during the summer of 1962.
Geol. Soc. Amer p. 11, Résumé pour 1963.

BÉ A.W.H. & HAMLIN W.H. - (1967)
Ecology of recent planktonic foraminifera : part 3. Distribution in the North Atlantic during the summer of 1962.
Micropal., U.S.A., vol. 13, nº 1, p. 87-106, 41 text-fig., 3 tabl.

BELJAEVA N.V. - (1963)
Répartition des Foraminifères planctoniques sur le fond de l'Océan Indien.
Questions de Micropal., nº 7.

BELJAEVA N.V. - (1964)
La distribution des Foraminifères planctoniques dans les masses d'eau de l'Océan Indien.
Collected Reprints of the Inter. Indian Ocean, Exped. 2, nº 115, p. 474-477.

BELJAEVA N.V. - (1964)
Distribution of planktonic Foraminifera in the water and on the floor in the Indian Ocean.
Trud. Inst. Okeanol, 68, p. 12-83.

BELJAEVA N.V. - (1968)
Planktonic Foraminifera in Atlantic Ocean sediments.
Doklady Akad. Nauk SSSR, vol. 183, nº 2, p. 445-448.

BERGER W.H. - (1967)
Foraminiferal ooze : solution at depths.
Science, vol. 156, nº 3773, p. 383-385.

BERGER W.H. - (1967)
Planktonic Foraminifera : fiel experiment on production rate.
Science, vol. 16, nº 3781, p. 1495-1497.

BERGER W.H. (1968).
Planktonic Foraminifera : selective solution and paleoclimatic interpretation.
Deep-Sea Research, vol. 15, nº 1, p. 31-43.

BERGER W.H. - (1969)
Ecologic patterns of living planktonic Foraminifera.
Deep-Sea Research, vol. 16, nº 1, p. 1-24.

BERGGREN W.A. et BOERSMA A. - (1969)
Late Pleistocene and Holocene Planktonic Foraminifera from the Red Sea.
in : Hot brines and recent heavy metal deposits in the Red Sea. A geochemical and geophysical account.
Degens et Ross Edit., Springer - Verlag. New-York Inc., p. 282-298.

BERTHOIS L. et LE CALVEZ Y. - (1959)
Deuxième contribution à l'étude de la sédimentation dans le Golfe de Gascogne.
Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., vol. 23, nº 2, p. 323-377.

BERTHOIS L. et LE CALVEZ Y. - (1960)
Etude de la vitesse de chute des coquilles de Foraminifères planctoniques dans un fluide comparativement à celle des grains de quartz.
Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., vol. 24, nº 2, p. 293-301, 4 text-fig.

BLACKMAN A. & SOMAYAJULU B.L.K. - (1966)
Pacific pleistocene cores : faunal analyses and geochreonology.
Science, vol. 154, nº 3750, p. 886-889, text-fig. 1-5, tabl. 1-2.

BLAIR D.G. - (1965)
The distribution of planktonic Foraminifera in deep-sea cores from the Southern Ocean, Antartica.
Sedimentology Research Lab., Dept. Geol. Floride, State Unio., Contr. 10, 141p. 1 pl.
Text-fig. 1-29, tabl. 1-6.

BLANC-VERNET L. - (1969)
Contribution à l'étude des Foraminifères de Méditerranée. Relations entre la microfaune et le sédiment. Biocénoses actuelles, Thanatocénoses pliocènes et quaternaires. I. II.
Thèse Doc. Sci. Nat. Aix-Marseille, Arch. orig. Centre Document. C.N.R.S., nº 1980. 2 vol. in 4º, t. I, : 317 p. 40 pl.h.t., 12 dpl., 4 d pl. h.t., 4 cartes h.t., t. II : 93 p.

BLANC-VERNET L., CHAMLEY H. et FROGET C. - (1969)
Analyse paléoclimatique d'une carotte de Méditerranée Nord-occidentale. Comparaison entre les résultats de trois études : Foraminifères, Ptéropodes, fraction sédimentaire issue du continent.
Paleogeogr., Paleoclimat., Palaeoecol., vol. 6, nº 3, p. 215-235.

BLANC-VERNET L., & PASTOURET L. - (1969)
Précisions sur la valeur du Foraminifère *Globorotalia inflata* (d'ORB.) comme critère climatique en Méditerranée.
Téthys . vol. 1, nº 2, p. 535-538.

BOLLI H. - (1950)
The direction of coiling in the evolution of some *Globorotaliidae*.
C.C.F.F.R., vol. 1, pt. 3-4, p. 82-89, pl. 15, text-fig. 1-5, tabl. 1-2.

BOLLI H. - (1951)
Notes on the direction of coiling of rotalids Foraminifera.
C.C.F.F.R., vol. 2, pt.4, p. 139-143, text-fig. 1.

BOLLI H. , LOEBLICH A.R., TAPPAN H. - (1957)
Planktonic Foraminiferal families *Hantkeninidae, Orbulinidae, Globorotaliidae* and *Globotruncanidae*.
In : « Studies in Foraminifera », *United States National Museum*, bull. 215, p. 3-50, 9 fig., pl. 1-11 h.t.

BOLTOVSKOY E. - (1962)
Planktonic foraminifera as indicators of different water masses in the South Atlantic.
Micropal. U.S.A., vol. 8, nº 3, p. 403-409.

BOLTOVSKOY E. - (1964)
Distribution of the living planktonic foraminifera in the equatorial Atlantic Western part (« Equalant Expedition »).
Argentina Rep. Serv. Hidrog. naval, publ. nº H 639, p. 1-54, 4 pl., 4 text-fig. 5 cartes, 2 tabl., 7 listes.

BOLTOVSKOY E. - (1965)
Los Foraminiferos recientos.
Ed. Univ. Buenos Aires, 510 p., 111 text-fig.

BOLTOVSKOY E. - (1966)
Zonation en las latitudes altas del Pacifico Sur, segure los Foraminiferos planctonicos vivos.
Rev. del Museo Argentino de Ciencias Naturales « Bernardino-Rivadavia e Inst. Nac. Invest. Cienc. Nat., Hidrobiol., t. II, nº 1, p. 1-56, 4 pl.

BOLTOVSKOY E. - (1967)
Foraminifera as hydrological indicators.
Proced. Irst. Internat. Cong. Planktonic Microfossils, Genève, Brill Leiden Edit., vol. II, p. 1-14.

BOLTOVSKOY E. - (1968)
Living planktonic foraminifera of the Eastern part of the tropical Atlantic.
Rev. Micropal., vol. II, nº 2, p. 85-98, 2 fig., 1 tabl., 2 pl.

BOLTOVSKOY E. - (1969 a)
Living planktonic foraminifera at the 90º E meridian from the equator to the antarctic.
Micropal., U.S.A., vol. 15, nº 2, p. 237-255, pl. 1-3

BOLTOVSKOY E. - (1969 b)
Thanatocenosis de Foraminiferos planctonicos en el estrecho de Mozambique.
Rev. Esp. Micropal, vol. 1, nº 2, p. 117-129.

BOLTOVSKOY E. - (1969 c)
Distribution of planktonic Foraminifera as indicators of water masses in the western part of the Tropical Atlantic.
Proc. Symposium Oceanography and Fisheries Resources of the Tropical Atlantic Unesco, Paris, p. 45-55.

BOLTOVSKOY E. - (1971)
Ecology of the planctonic foraminifera living in the surface layer of Drake Passage.
Micropal. U.S.A., vol. 17, nº 1, p. 53-68, pl. I.

BONIFAY E. - (1962)
Les terrains quaternaires dans le Sud-Est de la France.
Publ. Inst. Préhistoire Univ. Bordeaux, Delmas Imp. Bordeaux, 194 p.

BONIFAY E. - (1969)
Le Quaternaire littoral et sous-marin des côtes françaises de la Méditerranée.
Ed. C.N.R.S., Etudes Françaises sur le Quaternaire, VIIIème Congrès Intern. INQUA, nº 5, p. 43-55.

BORDES F. - (1953)
Recherches sur les limons quaternaires du Bassin de la Seine.
Arch. Inst. Paleont. humaine, mem. 26, 472 p., 173 pl., 34 tabl., 1 carte h.t.

BORDES F. - (1968)
Le Paléolithique dans le monde.
L'Univers des Connaissances, Hachette Edit., Paris, 256 p., 78 fig.

BORDES F., LAVILLE H., & PAQUEREAU M.M. - (1966)
Observations sur le Pleistocène supérieur du gisement de Combe-Grenal (Dordogne).
Actes Soc. linn., Bordeaux, t. 103, ser. B, nº 10, 19 p., 3 tabl.

BOTTEMA S. et VAN STRAATEN L.N. - (1966)
Malacology and palycology of two cores from the Adriatic sea floor.
Marine Geol., 4, (6), p. 553-564.

BOURDIER F. - (1957)
Quaternaire. *In* : Lexique stratigraphie international.
Edit. C.N.R.S., vol.I. Europe, fasc. 4 b, p. 98-147.

BOURDIER F. - (1961)
Le bassin du Rhône au Quaternaire. Géologie et Préhistoire.
Ed. C.N.R.S., t. I, texte, 364 p. (1961), t. II, fig. Biblio. Index, 294 p., 296 fig. (1962).

BRADSHAW J.S. - (1969)
Ecology of living planktonic Foraminifera in the North and Equatorial Pacific Ocean.
C.C.F.F.R., vol. X, pt. 2, nº 196, p. 25-64, pl. 6-8, 43 fig.

BRADY H.B. - (1884)
Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger. during the years 1873-1876.
Reprint Johnson Corp. New-York. 1965. *Report. Voy Challenger Zoology*, vol. IX. 814 p.. 115 pl..

BREZILLON M. - (1969)
Dictionnaire de la Préhistoire.
Libr. Larousse, Paris, 256 p.

BRODNIEWICZ I. - (1965)
Recent and some Holocene Foraminifera of the Southern Baltic sea
Acta Paleontologica Polonica, vol. X. nº 2. p. 131-233.

BROECKER W.S.. EWING M., & HEEZEN B.C. - (1960)
Evidence of an abrupt change in climate close to 11 000 years ago.
Amer. Journ. Sci, vol. 258. p. 429-443

CARALP M. - (1967)
Les Foraminifères planctoniques d'une carotte atlantique (Golfe de Gascogne) dans la mise en évidence d'une glaciation.
C.R Acad. Sc, t. 265. p. 1588-1591.

CARALP M. - (1968)
Variations climatiques déduites de l'étude d'une carotte provenant du Golfe de Gascogne.
C r. Som. Soc. Géol. Fr., fasc. 2. p. 65-66.

CARALP M. - (1968)
Variations climatiques pleistocènes dans le Golfe de Gascogne d'après les Foraminifères planctoniques.
Bull. Inst. Géol Bassin Aquitaine, nº 5. p. 87-110.

CARALP M. - (1970)
Essai de stratigraphie du Pleistocène marin terminal d'après les paléoclimats observés dans des carottes du Golfe de Gascogne.
Bull. Soc. Géol. Fr., séance du 1er juin 1970. à paraître.

CARALP M.. DUMON J.C.. KLINGEBIEL A.. LATOUCHE C.. MOYES J. - (1969)
Contribution à la connaissance géologique du Golfe de Gascogne.
In : Bilan des études géologiques effectuées au titre de la convention de recherche nº 68.00.451 « Océanographie » dans le Golfe de Gascogne.
Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine, nº 6. ch. VII. p. 125-253.

CARALP M.. LAMY A. & PUJOS M. - (1970)
Contribution à la connaissance de la distribution bathymétrique des Foraminifères dans le Golfe de Gascogne.
Rev. Esp. Micropal., vol. II, nº 1. p. 55-84.

CARALP M.. MOYES J.. & VIGNEAUX M. - (1967)
La microfaune actuelle et subrécente d'une carotte atlantique (Golfe de Gascogne) observations écologiques et climatiques.
Bull Soc. Géol. Fr., 7e sér.. t. IX. p. 418-425. 2 fig.. 2 pl.

CARALP M.. MOYES J.. & VIGNEAUX M. - (1970)
Essai d'utilisation des mélanges de microorganismes benthiques dans la reconstitution des environnements. Application à un canyon du Golfe de Gascogne.
Deep-Sea Research.. vol. 17. p. 661-670.

CARALP M. & PUJOS M. - (1970)
Les Foraminifères benthiques et planctoniques d'une carotte atlantique (Golfe de Gascogne) : variations climatiques du milieu marin au cours du Quaternaire récent.
Bull Soc. Géol Fr, (7). t. XII. nº 1. p. 114-119.

CARALP M. & VIGNEAUX M. - (1970)
Le Pléistocène marin sur un dôme sous-marin du Golfe de Gascogne.
C r. Acad. Sc Paris, t. 271. p. 1949-1952.

CARSOLA A.J. - (1953)
Possible planktonic occurence of *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG).
Journ. Paleont. vol. 27. nº 5. p. 742-743.

CHAMLEY H. - (1968)
Sur le rôle de la fraction sédimentaire issue du continent comme indicateur climatique durant le Quaternaire.
C r Acad. Sc, Paris, t. 267. p. 1262-1265.

CHARMATZ R. - (1963)
On « *Hastigerina digitata* RHUMBLER. 1911 ».
Micropal. U.S.A., vol. 9. nº 3. p. 228.

CHENOUARD L., BERTHOIS L., & LALOU Cl. - (1969)
Etude d'une carotte sédimentaire de la pente continentale atlantique.
C r. Acad. Sc. Paris, t. 268. p. 1470-1473.

CIFELLI R. - (1961)
Globigerina incompta, a new species of Pelagic Foraminifera from the North Atlantic.
C C.F.F.R., vol. XII. part. 3. nº 227. p. 83-86.

CIFELLI R. - (1962)
Some dynamics aspects of the distribution of planktonic foraminifera in the western North atlantic.
Journ. Marine Research, Sears Found., vol. 20. nº 3. p. 201-213. fig. 1-8.

CIFELLI R. - (1965)
Planktonic foraminifera from the Western North Atlantic.
Smithsonian Misc. Coll., vol. 148. nº 4. p. 1-36. pl. 1-9.

CIFELLI R. & SMITH R.K. - (1967)
Problems in the distribution of Recent planktonic foraminifera and their relationships with water mass boundaries in the North Atlantic.
Proced. Inst. Internat. Conf. Planktonic Microfossils, Genève. Briil Leiden. Edit., vol. II. p. 68-81.

CONOLLY J.R. & EWING M. - (1965)
Pleistocene glacial marine zones in North Atlantic deep-sea sediments.
Nature, vol. 208. nº 9. p. 135-138.

CORDEY W.G. - (1967)
The development of *Globigerinoïdes ruber* (d'ORB., 1839) from the Miocene to recent.
Paleont, vol. 10. pt. 4. p. 647-659.

CULLEN D.J. - (1967)
Submarine evidence from New-Zealand of a rapide rise in sea leval about 11 000 years B.P.
Paleogeogr., Paleoclimat., Paleoecol., 3. p. 289-298.

CUSHMAN J.A. - (1924)
The foraminifera of the Atlantic Ocean. Part V : Chilostomellidae et Globigerinidae.
United States National Museum, Bull. 104. 45 p., 8 pl.

CUSHMAN J. A. - (1941)
A study of Foraminifera contained in cores from the Bartlett Deep.
Amer. Journ., Sc., 239. p. 128-147. 6 pl.

CUSHMAN J.A. - (1945
The species of *Globigerina* described by d'ORBIGNY in 1939 from shore sands of Cuba.
C.C.L.F.R., vol. 21. pt. 3. nº 271. p. 75. pl. 12.

CUSHMAN J.A. - (1955)
Foraminifera, their classification and economic use.
Cambridge, Massachussetts, Harvard University Press., 4e Edit., 605 p., 55 pl-texte. 9 fig. 31 pl. dans texte.

DELIBRIAS G., DUPLESSY J.C., LALOU C., CHESSELET R. & VINOT A. - (1969)
Etude de la sédimentation calcaire sur une « seamount » au large du Cap-Finisterre, Espagne par le C_{14} et par O_{18}/O_{16}
VIIIe Congres Inqua Paris, section 10. Résumé des communications. p. 347.

DELTEIL J.R., MONTADERT L., PINEL C. & VALERY P. - (1969)
Compte-rendu de la campagne de carottage Gestlante III dans le Golfe de Gascogne - J. CHARCOT 7 mai - 4 juin 1969.
Inst. Fr. Pétrole, nº 15 561 - E R A P. D 30 P. nº 9 1865.

DIETRICH G. - (1969)
Atlas of the Hydrography of the Northern North Atlantic Ocean.
Conseil Intern. pour l'Exploration de la Mer. Serv. Hydr, Charlottenlund Slot. Danemark.
140 cartes.

DUPLESSY J.C., CHENOUARD L. & LALOU C. - (1969)
Etude paléoclimatique d'une carotte du plateau continental atlantique.
VIIIe Congrès Inqua. Paris, section 4. Résumé des communications. p. 148.

DUPLESSY J.C., LALOU C., VINOT A.C. - (1970)
Differential isotropic fractionation in benthic Foraminifera and Paleotemperatures Reassessed.
Science, vol. 168, nº 3928. p. 250-251.

EKMAN S. - (1953)
Zoogeography of the sea.
Sidgwick et Jackson, London, Edit., 417 p., 2e édition

ELLIS B.F. et MESSINA A. - (1940)
Catalogue de Foraminifères.
Am Museum Nat History (supplements, post - 1940).

EMERY A. - (1970)
The continental shelves
Scientific American, vol. 221, nº 3. p. 107-122

EMERY K.D., et GARRISON L.E. - (1967
Sea levels 7 000 to 20 000 years ago.
Science, vol. 157 nº 3789. p. 684-687.

EMILIANI C. - (1955)
Pleistocene temperatures.
Journ. Geol, vol. 63. p. 538-578.

EMILIANI C. - (1957)
Temperature and age analysis of deep-sea cores.
Science, vol. 125. p. 383-387.

EMILIANI C. - (1969)
E new paleontology.
Micropal., U.S.A., vol. 15, nº 3, p. 265-300. pl. 1-22.

ERICSON D.B. - (1959)
Coiling direction of *Globigerina pachyderma* as a climatic index.
Science, vol. 130. p. 219-220.

ERICSON D.B., BROECKER W.S., KULP J.L., & WOLLIN G. - (1956)
Late pleistocene climates and deep-sea sediments.
Science, vol. 124, nº 3218, p. 385-389.

ERICSON D.B., EWING M. & WOLLIN G. - (1964 a)
The Pleistocene epoch in deep-sea sediments.
Science, vol. 146, nº 3645. p. 723-732. text-fig. 1-5.

ERICSON D.B., EWING M. & WOLLIN G. - (1964 b)
Sediment cores from the Arctic and Subarctic seas.
Science, vol. 144, nº 3623. p. 1183-1192. text-fig. 1-7.

ERICSON D.B., EWING M., WOLLIN G., & HEEZEN B.C. - (1961)
Atlantic deep-sea sediments cores.
Bull Geol Soc. Amer vol. 72. p. 193-286. 50 fig.

ERICSON D.B., & WOLLIN G. - (1956)
Correlation of six cores from the equatorial Atlantic and the Carribean
Deep-sea Research, vol. 3. p. 104-125.

ERICSON D.B., WOLLIN G., & WOLLIN J. - (1954)
Coiling direction of *Globorotalia truncatulinoides* in deep-sea cores
Deep-sea research, vol. 2. p. 152-158.

ERICSON D.B., & WOLLIN G. - (1968)
Pleistocene climates and chronology in deep-sea sediments.
Science, vol. 162, nº 3859, p. 1227-1234

ERIKSSON K.G. - (1965)
Etudes de quelques sédiments de la Méditerranée occidentale.
Acta Univer. Upsaliensis, Abstracts of Uppsala Dissertations in Science, nº 60. 23 p.

ERIKSSON K G. - (1965)
The sediment core nº 210 from the western mediterranean sea.
Repts. Swedish Deep-sea Exp., vol. 8. nº 7. p. 393-594.

ERIKSSON K.G - (1969)
Three sediment cores from the algiers provencal basin. Mediterranean sea.
VIIIe Congrès Inqua Paris, Section 2. Résumés des Communications p. 67.

ERIKSSON K.G., & OLSSON J.U. - (1965)
Some problems in connection with C 14 dating of tests of Foraminifera
Bull Geol. Inst. Uppsala, vol. 42. nº 7. p. 1-13.

ESCALON DE FONTON M. - (1966)
Du paléolithique supérieur au Mésolithique dans le Midi méditerranéen.
Bull. Soc Préh. Fr, vol. 63. nº 7. p. 66-180.

FAIRBRIDGE R.W. - (1961)
Eustatic changes in sea level.
Phys. Chem Earth., 4.p. 99-185.

FRERICHS W.E. - (1968)
Pleistocene - Recent boundary and Wisconsin glacial biostratigraphy in the Northern Indian Ocean.
Science, vol. 159. nº 3822. p. 1456-1458.

GLACON G., & SIGAL J. - (1969)
Précisions morphologiques sur la paroi du test de *Globorotalia truncatulinoïdes* (d'ORB.). *Globigerinoïdes ruber* (d'ORB.) et *G trilobus* (REUSS). Réflexions sur la valeur taxinomique des détails observés.
C r. Acad. Sc., Paris. t. 269. p. 987-989.

GRIMSDALE T., & VAN MORKHOVEN P. - (1955)
The ratio between pelagic and benthonic Foraminifera as a means of estimating depth of deposition of sedimentary rocks.
Proc. 4 th world Petrol Congr., Section 1. p. 473-488.

HAYS J.D. - (1965)
Radiolaria and late Tertiary and Quaternary history of Antarctic seas.
Antarct. Res Ser. Am. Geophys. Un., vol. 5. p. 125-134.

HAYS J.D. - (1967)
Quaternary sediments of the Antarctic Ocean.
Progress in Oceanography, vol. 4. p. 117-131.

HEDGPETH J.W. - (1957)
Classification of Marine environments.
Geol. Soc Amer., Mem. 67. vol. 1. p. 17-28. 5 fig.

HEDGPETH J.W. - (1957)
Marine Biogeography.
Geol. Soc. Amer., Mém. 67. vol. 1. p. 359-382. 16 fig., 1 pl.

HERB R. - (1968)
Recent Planktonic Foraminifera from sediments of the Drake Passage. Southern Ocean.
Eclogae Geologicae Helvetiae. vol. 61. nº 2. p. 467-480.

HERMAN Y. - (1964)
Temperature water planktonic Foraminifera in Quaternary sediments of the Arctic Ocean.
Nature. vol. 201. p. 386-387.

HERMAN Y. - (1969)
Arctic ocean quaternary microfauna and its relation to paleoclimatology.
Paleogeogr., Paleoclimat., Paleoecol., vol. 6. nº 4. p. 251-276.

HERMAN Y. & ROSENBERG P.E. - (1969)
Mineralogy and micropaleontology of a Goethite bearing Red Sea Core.
In : Hot brines and recent heavy metal deposits in the Red Sea. A geochemical and geophysical account.
Degens et Ross Edit , Springer Verlag, New-York, Inc., p. 448-459.

JENKINS D.G. - (1967)
Recent distribution, origin, and coiling ration changes in *Globorotalia pachyderma* (EHRENBERG)
Micropal. U.S.A., t. 13, nº 2. p. 195-203. 2 fig.

JONES J.I. - (1967)
Significance of distribution of planktonic foraminifera in the equatorial atlantic undercurrents.
Micropal. U.S.A., vol. 13, nº 4. p. 489-501.

KANE J. - (1953)
Temperature correlations of planctonic Foraminifera from the North Atlantic Ocean.
Micropaleontologist New-York, vol. 7. nº 3. p. 25-50. pl. 1-3.

KANE J. - (1956)
North Atlantic planktonic Foraminifera as Pleistocene temperature indicators.
Micropal. U.S.A., vol. 2. nº 3. p. 287-294. 4 tabl. et text-fig.

KENNETT J.P. - (1967)
Distribution of planktonic foraminifera in surface sediments south-east of New-Zealand.
Proced. Ist. Internat Conf. Planktonic Microfossils, Genève. Brill Leiden Edit.,
vol. II. p. 68-81.

KENNETT J.P. - (1968)
Globorotalia truncatulinoïdes as a paleo-oceanographic index.
Science, vol. 159. p. 1461-1463.

KENNETT J.P. - (1968)
Latitudinal variation in *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG). in surface sediments of the southwest Pacific Ocean.
Micropal., U.S.A., vol. 14, nº 3. p. 305-318. pl. 1.

KENNET J.P. - (1969)
La paleo-océanographie du Pléistocène et la biostratigraphie à Foraminifères des carottes abyssales de l'Océan pacifique subantarctique.
VIIIe Congrès Inqua, Paris. Section 2. Résumés des Communications. p. 68.

KENNETT J.P. - (1970)
Pleistocene paleoclimates and Foraminiferal biostratigraphy in subantarctic deep-sea cores.
Deep-Sea Research, vol. 17. p. 125-140.

KOWALSKI S.J. - (1965)
Packard instrument Compagny Radiocarbon Dates I.
Radiocarbon, vol. 7. p. 200-204.

KUDRASS von H.R., & THIEDES J. - (1970)
Stratigraphische Untersunchungen an Sedimentkernen des ibero-marok kanischen Kontinentalrandes.
Geol. Rundschau, Stuttgart. 60. 1. p. 294-301.

KU T.L., & BROECKER W.S. - (1966)
Atlantic deep-sea stratigraphy : extension of absolute chronology to 320 000 years.
Science, vol. 151. nº 3709. p. 448-450. text-fig. 1-3, tabl. 1.

KU T.L., & BROECKER W.S. - (1967)
Rates of sedimentation in the Arctic Ocean.
Progress in Oceanography, vol. 4. p. 95-104.

LABEYRIE J., DELIBRIAS G., & GUILLIER M.T. - (1968)
Vitesse moyenne de sédimentation depuis la fin du Würm dans la plaine abyssale de Méditerranée occidentale.
C. r. Acad. Sc., Paris. t. 267. p. 1370-1373.

LAPIERRE F. - (1969)
Répartition des sédiments sur le plateau continental du Golfe de Gascogne : Intérêt des minéraux lourds.
Thèse Doctorat d'état, Fac Sc , Bordeaux, nº 256. 2 vol., 182 p.

LATOUCHE C. - (1971)
Découverte d'attapulgite dans des sédiments carottés sur le Dôme Cantabria (Golfe de Gascogne). Conséquences paléogéographiques.
C.r. Acad. Sc., Paris, t. 272, p. 2064-2066.

LAUGHTON A.S. & BERGGREN W.A. - (1970)
Deep sea drilling in the Bay of Biscay (DSDP Leg XII).
Symposium sur l'histoire structurale du Golfe de Gascogne, Rueil-Malmaison, 14-16 décembre 1970 (à paraître).

LAVILLE H. - (1964)
Tableau de l'évolution climatique du Wurm récent en Périgord.
Thèse, Doctorat, Spécialité, Fac., Sciences Bordeaux, n° 239, 118 p.

LAVILLE H. - (1969)
Le remplissage des grottes et abris du Sud-Ouest de la France.
Ed. C.N.R.S., Etudes Françaises sur le Quaternaire., VIIIe Congrès Intern., INQUA, n° 8, p. 77-80.

LE CALVEZ Y. - (1958)
Les Foraminifères de la Mer Celtique.
Rev. Trav. Inst. Pêches Mar., tome XXII, fasc., 2, p. 147-210.

LIBBY W.F. - (1955)
Radiocarbon dating.
Univ. Chicago Press, 2e Edition.

LIDZ L. - (1966)
Deep-sea Pleistocene biostratigraphy.
Science, vol. 154, n° 3755, p. 1448-1452.

LIDZ L. - (1966)
Planktonic Foraminifera in the water column of the Mainland shelf off Newport Beach, California.
Limnology and Oceanography, vol. 11, n° 2, p. 257-263.

LIDZ B., KEHM A. et MILLER H. - (1968)
Depth habitats of pelagic Foraminifera during the Pleistocene.
Nature, vol. 217, n° 5125, p. 245-247.

LLIBOUTRY L. - (1964 - 1965)
Traité de Glaciologie.
Masson et Cie, Edit., 2 tomes, 1040 p.

LOEBLICH A. & TAPPAN H. - (1953)
Studies of Artic Foraminifera.
Smithsonian Miscellaneous Collections, Washington, vol. 121, n° 7, 150 p., 24 pl., 1 fig.

LOEBLICH A.R. & TAPPAN H. - (1957)
Studies in Foraminifera.
United States Nat. Mus., Bull. 215, Smithsonian Institution, Washington, 323 p., 74 pl., 30 fig.

LOEBLICH A.R. & TAPPAN H. - (1964)
Treatise on invertebrate paleontology Part C, Protista 2, Sarcodina, Chiefly « Thecamoebians » and Foraminiferida.
Geol. Soc. Amer., Univ. Kansas Press, MOORE Edit., vol. 1, 510 p., 399 fig., vol. 2, p. 511-900, fig. 400-653.

LUMLEY de H. - (1969)
Les civilisations préhistoriques en France. Corrélations avec la chronologie quaternaire.
Ed. C.N.R.S., Etudes Françaises sur le Quaternaire, VIIIème Congrès Intern., INQUA, n° 13, p. 151-169.

MALZAC J. - (1971)
Remarques sur la structure de la plaine abyssale et de quelques élévations sous-marines du Golfe de Gascogne à la suite d'une étude par sismique réflexion.
Thèse Doctorat Géologie - option géophysique marine, Université Bordeaux I., n° 861, 28 p., 10 fig.

MURAOUR P. - (1970)
Considérations sur la génèse de la Méditerranée occidentale et du Golfe de Gascogne (Atlantique).
Tectonophysics, vol. 10, p. 663-677.

NAGAPA Y. - (1957)
Direction of coiling in *Globorotalia* as an aid in correlation.
Micropal., U.S A., vol. 3, nº 4. oct. 1957. p. 393-398. 8 text-fig., 1 pl.

NESTEROFF W.D., DUPLAIX S., SAUVAGE J., LANCELOT Y., MELIERES F. & VINCENT E. - (1968)
Les dépôts récents du canyon de Cap-Breton.
Bull. Soc. Géol. Fr., ser. 7, t. X. p. 218-252. pl. XVI.

NORVANG A. - (1945)
The zoology of Iceland. vol. II, part. 2 : Foraminifera.
Ejnar Munksgaard, Copenhagen and Reykjavik, 79 p., 14 fig., 2 tabl.

OBA T. - (1967)
Planktonic foraminifera from the deep-sea cores of the Indian Ocean.
Sci Rep. Tohoku Univ., vol. 38. nº 2. p. 193-219.

OBA T. - (1969)
Biostratigraphy and isotopic paleotemperatures of some deep-sea cores from the Indian Ocean.
Sci. Rep. Tohoku Univ., vol. 41, nº 2. p. 129-196.

OLAUSSON E. - (1963)
Evidence of climatic changes in North atlantic deep-sea cores, with remarks on isotopic paleo - temperature analysis.
Progress in Oceanography, vol. 3, p. 221-251.

OLAUSSON E. - (1969)
Le climat au Pleistocène et la circulation des océans (section II).
Rev. Géogr. phys et géol. dyn, 2e sér., vol. XI, fasc. 3, p. 251-264.

ORR W.N. - (1969)
Variation and distribution of *Globigerinoïdes ruber* in the gulf of Mexico.
Micropal., U.S A, vol. 15, nº 3, p. 373-379, pl. 1.

PAQUEREAU M.M. - (1964)
Flores et climats post-glaciaires en Gironde.
Actes Soc. linn., Bordeaux, t. 101, nº 1, 156 p., 4 fig., 16 pl.

PAQUEREAU M.M. - (1965)
Les refuges végétaux d'après les analyses polliniques dans le Sud-Ouest de la France.
Actes Soc linn., Bordeaux, t. 102, nº 4, ser. B, 7 p.

PARKER F.L. - (1955)
Distribution of planktonic Foraminifera in some Mediterranean sediments.
Contr nº 20, Marine Foram. Lab., Contr., nº 803 Scripps. Inst. Oceanography., p. 204-211.
Pergamon Press London.

PARKER F.L. - (1958)
Eastern Mediterranean Foraminifera.
Reports Swedish deep-sea expedition, vol. VIII. fasc. 2. p. 217-283, 20 tabl. h.t., 6 pl.h.t.

PARKER F.L. - (1960)
Living planktonic Foraminifera from the equatorial and southeast Pacific.
Sci. Rept. Tohoku Univ., spec. vol. nº 4. p. 71-82. 20 text-fig.

PARKER F.L. - (1962)
Planktonic Foraminifera species in Pacific sediments.
Micropal., U S.A., vol. 8, nº 2. p. 219-255. 4 tabl. 10 pl.,

PARKER F.L. & BERGER W.H. - (1971)
Faunal and solution patterns of planktonic Foraminifera in surface sediments of the south Pacific.
Deep-Sea Research, vol. 18, nº 1, p. 73-108.

PASTOURET L. - (1970)
Etude sédimentologique et paléoclimatique de carottes prélevées en Méditerranée orientale
Théthys, vol. 2. nº 1. p. 227-266.

PEYPOUQUET J.P. - (1970)
Les Ostracodes de la région de Cap-Breton. Intérêt écologique et paléoécologique
Thèse Doctorat Spécialité, Fac. Sc. Bordeaux, nº 805, 267 p., 28 fig., 9 pl., 1 tabl.h.t.

PHLEGER F.B. - (1939)
Foraminifera of submarine cores from the continental slope.
Bull. Geol Soc. Amer, vol. 50, p. 1395-1422, 3 pl., 4 fig.

PHLEGER F.B. - (1945)
Vertical distribution of pelagic foraminifera.
Amer. Journ. Sci., vol. 243, nº 7, p. 377-383.

PHLEGER F.B., PARKER F.L., & PEIRSON J.F. - (1953)
North Atlantic Foraminifera.
Reports Swedish Deep-Sea Expedition, vol. VII. Sediments Cores from the North Atlantic Ocean nº 1, Edit. Petterson, Götebord. 121 p., 12 pl.

PINOT J.P. - (1968)
Littoraux würmiens submergés à l'Ouest de Belle-île.
Bull. Assoc. Fr., Et. Quater, nº 3, p. 197-216, 7 fig.

PRUD'HOMME R. - (1970)
Etudes géomorphologiques et morphométriques du substratum sous-marin profond du Golfe de Gascogne.
Actes Acad. Bordeaux, 4e ser., t. XXV. 19 p., 5 cartes.

PRUD'HOMME R. et VIGNEAUX M. - (1971)
Hypothèses sur l'organisation structurale du Golfe de Gascogne en fonction de l'analyse morphologique.
C r. Acad. Sc Paris, t. 272, p. 527-530.

ROUVILLOIS A. - (1970)
Biocoenose et taphocoenose de Foraminifères sur le plateau continental Atlantique au large de l'Ile d'Yeu.
Rev. Micropal., vol. 13, nº 3, p. 188-204.

RUDDIMAN W. et HEEZEN B. - (1967)
Differential solution of planktonic Foraminifera.
Deep-sea research, vol. 14, p. 801-808.

RUDDIMAN W.F., TOLDERLUND D.S., & BÉ A.W. - (1970)
Foraminiferal evidence of a modern warming of the North Atlantic Ocean.
Deep-sea Research, vol. 17, p. 141-155.

SCHOTT W. - (1935)
Die Foraminiferen in dem äquatorialen Teil des Atlantischen Ozeans.
Deutsh. Atlant. Exped. « Meteor », 1925-1927, Wiss Ergebn, vol. 3, pt. 3, p. 43-134.

SCHOTT W. - (1938)
Rate of sedimentation of recent deep-sea sediments.
Part 6 : special features of sediments.
Recent Marine Sediments, p. 409-415.

SCHOTT W. - (1952)
On the sequence of deposits in the equatorial Atlantic Ocean.
Goteborg, fasc. 6, ser. B., Band 6, nº 2, p. 1-15.

SHACKLETON N. - (1968)
Depth of pelagic foraminifera and isotropic changes in Pleistocene oceans.
Nature, vol. 218, p. 79-80.

SCHACKLETON N.J. & TURNER C. - (1967)
Correlation between marine and terrestrial Pleistocene successions.
Nature, vol. 216, nº 5120, p. 1079-1082, text-fig. 1-2.

SMITH A.B. - (1963)
Distribution of living planktonic Foraminifera in the Northeastern Pacific.
C.C.F.F.R., vol. XIV, pt. 1, nº 257, p. 1-15.

SMITH A.B. - (1964)
Living planktonic Foraminifera collected along an East-West traverse in the north Pacific.
C.C.F.F.R., vol. XV, pt. 4, nº 287, p. 131-134.

SONNEVILLE-BORDES de D. - (1967)
La préhistoire moderne.
Fanlac Edit., Périgueux, 138 p., 140 fig., 4 cartes, 3 tabl.

SVERDRUP A.V., JOHNSON M.W. & FLEMING R.H. - (1942)
The oceans. Their physics, chemistry and general biology.
Englewood Cliffs, N.J. Prentise-Hall, Inc. Edit., 1059 p., 265 figs

TAKAYANAGI Y., NITSUMA N., & SAKAI T. - (1968)
Wall microstructure of *Globorotalia truncatulinoïdes* (d'ORB.)
Sci. Rep. Tohoku Univ., 2 nd ser. (Geol). vol. 40, nº 2, p. 141-170, 4 fig., 8 tabl., pl.20-31.

TAMERS M.A. - (1965)
Routine Carbon - 14 dating using liquid scintillation techniques.
Internat. C. 14 and T. 13 dating Conférence, Pullman Washington U.S.A., June 7-11, 1965.

THIBAULT C. - (1970)
Recherches sur les terrains quaternaires du bassin de l'Adour.
Thèse Doctorat ès-Sciences, Fac. Sc. Bordeaux, nº 296, 814 p., 171 fig., 68 pl.

THIEDE J. - (1970)
Planktonische Foraminiferen in Sediment kernen vom portugiesischen Kontinentalhang
II Planktonic Conf., Rome, sept. 29 - Oct. 7, à paraître

THIEDE J. - (1971)
Planktonische Foraminiferen in Sedimenten vom ibera - marokkanischen kontinental rand.
Dissertaton zur Erlangung des Doktorgrades, Univ. Kiel, 90 p., 10 pl.

TODD R. - (1958)
Foraminifera from the Western Mediterranean deep-sea cores.
Rep. Swedish deep-sea exped., vol. VIII, nº 3, p. 169-215, 19 tabl., 3 pl.

UJIE H. - (1968)
Distribution of living planktonic foraminifera in the southeast Indian Ocean.
Bull. Nat Sc. Museum. Tokyo, vol. 11, nº 1, p. 97-125, 10 pl.

VANNEY J.R. - (1967)
La montagne sous-marine « Cantabria » (Golfe de Gascogne)
Trav. C.R.E.O., vol. 7, nº 2, p. 19-23, 4 fig.

VAN STRAATEN L.N. - (1966)
Micromalacological investigation of cores from the southeastern Adriatic Sea.
Proceedings Koninklijke Nederland se Akademie, ser. B, vol. LXIX, nº 3, p. 429-445.

VASICEK M. - (1953)
Changes in the ratio of sinistral and dextral individuals of the Foraminifer *Globorotalia scitula* (BRADY) and their use in stratigraphy.
Sbornik Ustredniko Ustavu Geologickeho Svazek, t. XX, 76 p.

VERGNAUD-GRAZZINI C. - (1968)
Problèmes posés par l'étude géodynamique des microfaunes actuelles et son application à la stratigraphie, la paléoécologie, la paléoclimatologie et la paléothermométrie.
Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn., t. 10, vol. 10, nº 4, p. 397-406.

VERGNAUD-GRAZZINI C. & BARTOLINI C. - (1970)
Evolution paléoclimatique des sédiments würmiens et post-würmiens en mer d'Alboran.
Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn., 2e sér., vol. XII, fasc. 4, p. 325-334.

VERGNAUD-GRAZZINI C., & HERMAN-ROSENBERG Y. - (1969)
Etude paléoclimatique d'une carotte de Méditerranée orientale (section X).
Rev. Géogr. Phys. & Géol. Dyn., 2e ser., vol. XI, nº 3, p. 279-292

VIGNEAUX M. - (1971)
Bilan d'études d'environnement marin et applications dans le Golfe de Gascogne.
Coll. et Salons Internat. sur l'Exploitation des Océans, 9-14 mars. Bordeaux, à paraître.

VIGNEAUX M., CARALP M., DUMON J.C., KLINGEBIEL A., LATOUCHE C., MOYES J., & PRUD'HOMME R. - (1970)
Bilan des travaux de Géologie marine effectués en 1969 dans le Golfe de Gascogne par l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine ; convention de recherche nº 6852.
Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine, nº spécial, 107 p., 33 cartes, 19 pl.

WISEMAN J.D.H. - (1966)
Evidence for recent climatic changes in cores from the Ocean bed.
Proceed Internat. Symposium on « World climatic 8 000 to O. B. C. ». Imperial college London, p. 84-98, fig. 11-23, 1 pl. h.t.

WISEMAN J.D.H., & OVEY C.D. - (1950)
Recent investigations on the deep-sea floor.
Proceed Geol. Assoc. London, vol. 61, nº 1, p. 28-84, 3 text-fig., 2 pl. 3 tabl.

WOLDSTEDT P. - (1967)
The Quaternary of Germany.
in RANKAMA K. The Quaternary.
Interscience Publ., vol. 2, p. 239-300.

X - (1968)
Utilisation des isotopes en Hydrologie. Recueil de Conférences.
Agence Internationale de l'Energie Atomique, Vienne. 88 p.

ZEUNER F.E. - (1959)
The Pleistocene Period.
Hutchinson, London, 447 p.

ANNEXE : COORDONNEES DES CAROTTES ET DES DRAGAGES

1°/ CAROTTES.

Pour chaque prélèvement sont données :
- la latitude
- la longitude
- la profondeur de prélèvement
- la longueur de la carotte

CAMPAGNE C.R.E.O. 1964, JOB HA ZELIAN : PENTE CONTINENTALE

C.R.E.O. C. 6408	45°04'	3°23'	1800 m	1,50 m

CAMPAGNE C.R.E.O. 1965, JOB HA ZELIAN : PENTE CONTINENTALE

C.R.E.O. C. 6501	44°23'	2°58'	1400 m	5,90 m

CAMPAGNE GESTLANTE Ib OCTOBRE 1966, JEAN CHARCOT : PENTE CONTINENTALE

CH. C. 6603	44°05'05''	2°11'	760 m	2,70 m

CAMPAGNE GESTLANTE Ic NOVEMBRE 1966, JEAN CHARCOT : PLAINE ABYSSALE

CH. C. 6609	45°34'	5°00'	4490 m	7,40 m
CH. C. 6610	45°08'	10°54'30''	4870 m	1,10 m

CAMPAGNE GESTLANTE II JUILLET 1967, JEAN CHARCOT : CANYON DES SABLES D'OLONNE ET DOME GASCOGNE

CH. C. 6707	45°28'	5°21'	4175 m	3,30 m
CH. C. 6709	46°16'30	4°36'30'	1975 m	4,60 m
CH. C. 6711	45°54'12''	3°50'	1420 m	1,50 m
CH. C. 6714	45°28'36''	4°25'30''	4220 m	5,30 m
CH. C. 6717	45°50'30''	3°52'	1540 m	5,90 m
CH. C. 6719	45°44'54'	3°56'42''	1800 m	5,90 m

CAMPAGNE I.G.B.A. AVRIL 1967, JOB HA ZELIAN : GOUF DE CAP BRETON

I.G.B.A. 6732	43°36'	1°55'	850 m	3,10 m

CAMPAGNE INATLANTE II DECEMBRE 1967 : CANYON GASCOGNE I

CH. C. 6723	47°02'	5°29'	830 m	2.90 m
CH. C. 6725	46°54'	5°44'	2450 m	3.60 m
CH. C. 6726	46°52'48"	5°43'	2370 m	7,30 m
CH. C. 6727	46°52'30"	5°36'	1250 m	2,00 m
CH. C. 6728	46°59'18"	5°36'30"	1250 m	3,30 m
CH. C. 6729	46°47'30"	5°58'30"	4200 m	1,50 m
CH. C. 6730	46°46	5°58'	4130 m	2,90 m

CAMPAGNE I.G.B.A. JUILLET 1968 : JOB HA ZELIAN : GOUF DE CAP BRETON

I.G.B.A. 6801	43°37'30"	1°56'50"	480 m	0,40 m
I.G.B.A. 6802	43°33'42"	2°01'30"	600 m	0,90 m
I.G.B.A. 6803	43°36'35"	1°59'35"	1160 m	1,00 m
I.G.B.A. 6804	43°38'	1°58'45"	500 m	1,10 m
I.G.B.A. 6805	43°38'10"	1°50'25"	400 m	0.90 m
I.G.B.A. 6806	43°36'35"	1°51'20'	900 m	3.60 m
I.G.B.A. 6807	43°35'35"	1°50'25"	480 m	0.90 m
I.G.B.A. 6808	43°35'50"	1°45'45"	710 m	2.90 m
I.G.B.A. 6809	43°38'50"	1°39'20	470 m	3.60 m
I.G.B.A. 6810	43°40'	1°39'25	440 m	3.30 m
I.G.B.A. 6811	43°40'40	1°36'40"	380 m	3.45 m
I.G.B.A. 6812	43°40'30	1°35'10"	330 m	3.60 m
I.G.B.A. 6813	43°40'25'	1°39'35'	300 m	0.30 m

CAMPAGNE INATLANTE III, DECEMBRE 1968, JEAN CHARCOT : CANYON GASCOGNE I

CH.C. 6832	46°58'	5°33'	1130 m	3.40 m
CH.C. 6833	46°59'	5°27'	210 m	1.00 m
CH.C. 6834	46°57 30	5°33'	885 m	3.30 m
CH.C. 6835	46°57'30"	5°31'30"	695 m	1.10 m
CH.C. 6836	46°49'	5°50'	3452 m	7.10 m
CH.C. 6837	46°50'20"	5°46 50"	3138 m	7.70 m
CH.C. 6838	46°39'20"	6°04'	4420 m	10.50 m

CAMPAGNE GESTLANTE III-1, MAI 1969. JEAN CHARCOT : DOME GASCOGNE.

CH.C. 6922	45°27'36"	5°29'42"	4260 m	6.80 m
CH.C. 6924	45°20'12"	5°26'48"	4230 m	8.20 m
CH.C. 6928	45°22'06"	5°20'48	3900 m	8.20 m
CH.C. 6929	45°21'06"	5°27'54'	4150 m	8.60 m
CH.C. 6930	45°19'12"	5°15'06"	4280 m	11.60 m
CH.C. 6931	45°18'18	5°08'24"	4130 m	12.00 m
CH.C. 6932	45°24'24"	5°09'48"	4272 m	6.80 m
CH.C. 6933	45°27'12"	4°59'	4450 m	6.70 m

CAMPAGNE GESTLANTE III-2, MAI 1969, JEAN CHARCOT : CANYON DE SANTANDER ET DOME CANTABRIA

CH.C. 6964	44°04'30'	4°27'	1680 m	3.50 m
CH.C. 6969	43°50'42"	4°30'	2075 m	4.20 m
CH.C. 6970	43°50'	4°30'	2520 m	1.50 m
CH.C. 6976	45°03'42	7°54'06"	4500 m	5.80 m
CH.C. 6978	45°02'42	8°01'24	4800 m	2.60 m
ETALON ABYSSAL CH D. 6999	45°11'30	5°25'36"	4700 m	

2°/ DRAGAGES.

Pour chaque prélèvement sont données :

- la latitude
- la longitude
- la profondeur de prélèvement

Tous les échantillons cités sont situés dans la zone comprise entre l'embouchure de la Gironde et le bord de la pente continentale ; ils ont été prélevés lors de campagnes du navire océanographique JOB HA ZELIAN

CAMPAGNE C.R.E.O. 1963

C.R.E.O. D. 6314	45°20	3°09	150 m

CAMPAGNE C.R.E.O. 1964

C.R.E.O. D. 6414	45°53'	2°38'	107 m
C.R.E.O. D. 6415	45°30'	2°40'	120 m
C.R.E.O. D. 6416	45°36'18 '	2°58'	125 m
C.R.E.O. D. 6417	44°36'	2°56'	130 m
C.R.E.O. D. 6421	45°31'	2°17'	100 m
C.R.E.O. D. 6435	45°00'	2°18'	120 m
C.R.E.O. D. 6436	45°12'	2°38'	134 m
C.R.E.O. D. 6444	45°19'	2°45'	128 m

CAMPAGNE C.R.E.O. 1965

C.R.E.O. D. 6563	45°00'	1°45'	81 m
C.R.E.O. D. 6566	46°17'	3°40'	140 m
C.R.E.O. D. 6570	45°45'	3°20'	136 m
C.R.E.O. D. 6571	45°46'	2°38'	104 m
C.R.E.O. D. 6587	45°37 30"	3°26'	220 m
C.R.E.O. D. 6591	45°58'	3°52'	190 m
C.R.E.O. D. 65108	45°48'	3°40'	180 m
C.R.E.O. D. 65109	45°30'	3°13'	194 m
C.R.E.O. D. 65112	45°01'	2°23'	190 m
C.R.E.O. D. 65113	45°14'	2°12'	100 m

CAMPAGNE C.R.E.O. 1966

C.R.E.O. D. 6642	46°07'	4°00'	200 m
C.R.E.O. D. 6643	46°07'	3°39'	140 m
C.R.E.O. D. 6644	46°07'	3°20'	135 m
C.R.E.O. D. 6645	46°50'	3°06'	122 m
C.R.E.O. D. 6646	45°22'	3°00'	145 m
C.R.E.O. D. 6647	45°35'	2°37'	118 m

CAMPAGNE C.R.E.O. 1967

C.R.E.O. D. 6708	45°00'	2°00'	110 m
C.R.E.O. D. 6713	45°10'	2°30'	130 m
C.R.E.O. D. 6716	45°42'	2°46'	128 m
C.R.E.O. D. 6717	45°28 30''	2°49 30'	132 m
C.R.E.O. D. 6718	45°41'	3°10'	140 m
C.R.E.O. D. 6719	45°39'	3°27'	200 m

CAMPAGNE I.G.B.A., JUILLET 1968

I.G.B.A. 68200	45°44'	2°00'	75 m
I.G.B.A. 68206	45°26'	2°00'	89 m
I.G.B.A. 68209	45°20'	2°00'	93 m
I.G.B.A. 68210	45°20'	2°03'	95 m
I.G.B.A. 68215	45°30'	2°03'	90 m
I.G.B.A. 68221	45°42'	2°03'	83 m
I.G.B.A. 68225	45°50'	2°03'	80 m

LEGENDE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Fig. 1 : Localisation des régions étudiées ..... p. 2
Fig. 2 : Quelques exemples d'associations de Foraminifères planctoniques dans le Golfe de Gascogne ..... p. 30
Fig. 3 : Répartition de la microfaune planctonique dans la coupe-type CH.C. 6928 ..... p. 36
Fig. 4 : Répartition de la microfaune planctonique dans la coupe-type CH.C. 6928 ..... p. 37
Fig. 5 : Coupe-type CH.C. 6928 : nombre d'individus par espèce ..... p. 40
Fig. 6 : Coupe-type CH.C. 6928 : nombre d'individus par espèce ..... p. 41
Fig. 7 : Complément à l'étude de la coupe-type : la base de la carotte CH.C. 6931 ..... p. 45
Fig. 8 : Localisation des carottes prélevées sur le Dôme Gascogne et dans la plaine abyssale vers l'E ..... p. 48
Fig. 9 : Répartition des sédiments à la surface du Dôme Gascogne ..... p. 50
Fig. 10 : Corrélations possibles d'après les courbes du poids de résidu ..... p. 52
Fig. 11 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6707 ..... p. 53
Fig. 12 : Corrélations possibles d'après les courbes du poids de résidu ..... p. 54
Fig. 13 : Résultats comparés de l'étude des carottes CH.C. 6922 et CH.C. 6931 (base) ..... p. 58
Fig. 14 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6933 ..... p. 60
Fig. 15 : Situation des carottes prélevées sur le Dôme Cantabria ..... p. 62
Fig. 16 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6976 ..... p. 64
Fig. 17 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6609 ..... p. 68
Fig. 18 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6709 ..... p. 72
Fig. 19 : Situation des carottes prélevées le long du Canyon Gascogne I ..... p. 79
Fig. 20 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes CH.C. 6727 et CH.C. 6728 ..... p. 80
Fig. 21 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes CH.C. 6832, CH.C. 6834 et CH.C. 6835 ..... p. 82
Fig. 22 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6725 ..... p. 84
Fig. 23 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6726 ..... p. 86
Fig. 24 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6837 ..... p. 90
Fig. 25 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6836 ..... p. 92
Fig. 26 : Récapitulation des coupes stratigraphiques étudiées le long du Canyon Gascogne I p. 94
Fig. 27 : Comparaison de certaines coupes du Canyon Gascogne I avec la coupe-type ..... p. 96
Fig. 28 : Schéma hypothétique de l'évolution sédimentaire récente du Canyon Gascogne I ..... p. 98
Fig. 29 : Situation des carottes prélevées le long du Canyon des Sables d'Olonne ..... p. 100
Fig. 30 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6719 ..... p. 104
Fig. 31 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH.C. 6714 ..... p. 106
Fig. 32 : CH.C. 6714 : Données micropaléontologiques et sédimentologiques ..... p. 107
Fig. 33 : Situation des carottes prélevées à l'W du Canyon de Santander ..... p. 110

Fig. 34 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte CH C. 6969 ..... p. 112
Fig. 35 : Situation des carottes prélevées le long du Gouf de Cap-Breton ..... p. 114
Fig. 36 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes I.G.B.A 6808 et I.G.B.A. 6809 ..... p. 116
Fig. 37 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes I.G.B.A. 6810 et I.G.B.A. 6812 ..... p. 117
Fig. 38 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes I.G.B.A. 6805 et I.G.B.A. 6807 ..... p. 120
Fig. 39 : Répartition de la microfaune planctonique dans la carotte I.G.B.A. 6732 ..... p. 122
Fig. 40 : Répartition de la microfaune planctonique dans les carottes I.G.B.A. 6802 et I.G.B.A. 6804 ..... p. 124
Fig. 41 . Localisation des échantillons étudiés ..... p. 128
Fig. 42 . Nombre d'individus dans 1 cm3 de résidu ..... p. 128
Fig. 43 : Etat de conservation de la faune ..... p. 130
Fig. 44 : *Globorotalia scitula* en pourcentage de l'association faunique planctonique totale p. 130
Fig. 45 : *Globigerina bulloides* en pourcentage de l'association faunique planctonique totale p. 132
Fig. 46 . *Globigerina quinqueloba* en pourcentage de l'association faunique planctonique totale ..... p. 132
Fig. 47 : *Globorotalia inflata* en pourcentage de l'association faunique planctonique totale .... p. 134
Fig. 48 : *Orbulina universa* en pourcentage de l'association faunique planctonique totale ..... p. 134
Fig. 49 : Etablissement d'une échelle stratigraphique ..... p. 140
Fig. 50 : Résultats groupés des datations par 14 C ..... p. 142
Fig. 51 : Amplitude des variations de température le long de quelques carottes du Golfe de Gascogne ..... p. 152

Tableau I : Pourcentage des espèces dans le domaine océanique ..... p. 29
Tableau II : Pourcentage des espèces dans le domaine néritique ..... p. 31
Tableau III : Récapitulation des résultats stratigraphiques dans l'ensembles des carottes étudiées ..... p. 146

L'ensemble des figures a été dessiné par

Madame Josette DUPRAT

TABLE DES MATIERES

Pages

AVANT PROPOS

INTRODUCTION 1

CHAPITRE 1 – HISTORIQUE

1-1 : LES MICROFAUNES VIVANTES DE FORAMINIFERES PLANCTONIQUES 5
I - I - I : Les associations fauniques.
I-I-I-I : Océan Pacifique
I-I-I-2 : Océan Indien
I-I-I-3 : Océan Atlantique
I - I - 2 : Les espèces.

1-2 : LES MICROFAUNES DE FORAMINIFERES PLANCTONIQUES RECUEILLIS A LA SURFACE DU FOND 7
I - 2 - I : Les associations fauniques
I - 2 - 2 : Les espèces
- *Globorotalia truncatulinoïdes*
- *Globigerina pachyderma*

1-3 : LES MICROFAUNES DE FORAMINIFERES PLANCTONIQUES ETUDIEES EN CAROTTES 9
I - 3 - I : Domaine tropical
I - 3 2 : Domaine arctique
I - 3 - 3 : Domaine antarctique
I - 3 - 4 : Domaine tempéré
I-3-4-I : Méditerranée
I-3-4-2 : Partie orientale de l'Océan Atlantique N

1-4 : CONCLUSIONS 11

CHAPITRE 2 – METHODES D'ETUDES

2-1 : ORIGINE DU MATERIEL ETUDIE : LES CAMPAGNES DE PRELEVEMENT EN MER 13

2-2 : TECHNIQUES DE LABORATOIRE 13
2 - 2 - 1 : Echantillonnage
2 - 2 - 2 : Lavage et tamisage
2 - 2 - 3 : Tri et comptage
2 - 2 - 4 : Cas des dragages

2-3 : METHODES MICROPALEONTOLOGIQUES 15
2 - 3 - 1 : Le sens d'enroulement de certaines espèces
2 - 3 - 2 : Le pourcentage des différents composants de l'associations faunique
2 - 3 - 3 : Abondance réelle de chaque espèce et de l'ensemble de la microfaune planctonique.
2 - 3 - 4 : Résultats sommaires concernant les microfaunes benthiques.

2-4 : AUTRES METHODES 17
2 - 4 - 1 : Poids du résidu
2 - 4 - 2 : Méthode de datation par le radiocarbone
2-4-2-1 : Traitement chimique
2-4-2-2 : Appareillage
2-4-2-3 : Les limites de la méthode

CHAPITRE 3 – LES FORAMINIFERES DANS LE GOLFE DE GASCOGNE 19
3-1 : GENERALITES 19
3-2 : REMARQUES D'ORDRE SYSTEMATIQUE
Famille *Globigerinidae* 20
Genres : *Globigerina*
Globigerinella
Globigerinita
Globigerinoïdes
Orbulina
Sphaeroidinella
Famille *Globorotaliidae* 25
Genres : *Globorotalia*

3-3 : AFFINITES DES ESPECES PLANCTONIQUES DU GOLFE DE GASCOGNE VIS A VIS DE LA TEMPERATURE 27
3 - 3 - 1 : Espèces subarctiques
3 - 3 - 2 : Espèces ubiquistes ou transitionnelles
3 - 3 - 3 : Espèces subtropicales

3-4 : LES TYPES D'ASSOCIATIONS RENCONTREES 28
3 - 4 - 1 : Association océanique
3 - 4 - 2 : Association néritique

3-5 : OBSERVATIONS QUANT A LA VALEUR DE L'ECHANTILLON DE SURFACE 32

CHAPITRE 4 – CHOIX ET ETUDE D'UNE COUPE-TYPE

4 1 : CONDITIONS POUR LE CHOIX D'UNE COUPE-TYPE 35
4-2 : ANALYSE DE LA CAROTTE CH.C. 6928 38
4-3 : INTERPRETATION DES VARIATIONS CLIMATIQUES LE LONG DE LA CAROTTE CH.C. 6928 : ETABLISSEMENT D'UNE SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE 42
4-4 : COMPLEMENT A L'ETUDE DE LA COUPE-TYPE : CAROTTE CH.C. 6931 44

CHAPITRE 5 - LE QUATERNAIRE DANS LA PLAINE ABYSSALE

5-1 LE DOME GASCOGNE 47

5 - 1 - 1 : Etude des échantillons de surface (toit des carottes) 47

5 - 1 - 2 : Zone du Dôme Gascogne où les sédiments holocènes sont conservés 49

5-1-2-1 : Carotte CH. C. 6929

5-1-2-2 : Carotte CH. C. 6707

5-1-2-3 : Carotte CH. C. 6924

5-1-2-4 : Carotte CH. C. 6930

5 - 1 - 3 . Zone du Dôme Gascogne sans sédimentation actuelle 57

5-1-3-1 : Carotte CH. C. 6922

5-1-3-2 : Carotte CH. C. 6933

5 - 1 - 4 : Conclusions à l'étude du Dôme Gascogne 61

5-2 LA PLAINE ABYSSALE VERS L'W. 63

5 - 2 - 1 : Etude des carottes prélevées sur le Dôme Cantabria 63

5-2-1-1 : Carotte CH. C. 6878

5-2-1-2 : Carotte CH. C. 6976

5 - 2 - 2 : Etude de la carotte CH. C. 6610 66

5-3 . LA PLAINE ABYSSALE VERS L'E. 67

Carotte CH. C. 6609

CHAPITRE 6 - LE QUATERNAIRE SUR LE TALUS ET SUR LA PLATE-FORME CONTINENTALE

6-1 LE QUATERNAIRE SUR LE PENTE CONTINENTALE 71

6 - 1 - 1 : Généralités 71

6 - 1 - 2 : Etude des carottes implantées dans de secteurs où la pente continentale est faible 73

Carotte CH. C. 6709

Carotte C.R.E.O. 6408

Carotte C.R.E.O. 6501

Carotte CH. C. 6603

6 - 1 - 3 : Canyon Gascogne I 77

6-1-3-1 : Situation géographique

6-1-3-2 : Localisation-des carottes

6-1-3-3 : Carotte située en tête de canyon

6-1-3-4 : Carottes prélevées sur les flancs du canyon dans sa partie amont. 77

6-1-3-4-1 : Sur le flanc droit 78

Carotte CH. C. 6727

Carotte CH. C. 6728

6-1-3-4-2 : Sur le flanc gauche 81

Carotte CH. C. 6832

Carotte CH. C. 6835

Carotte CH. C. 6834

6-1-3-5 : Carottes de la partie médiane et inférieure du canyon (rive gauche) 85
Carotte CH. C. 6725
Carotte CH. C. 6726
Carotte CH. C. 6837
6-1-3-6 : Carottes de la partie aval du canyon où prises à son débouché dans la plaine abyssale 91
Carotte CH. C. 6836
Carotte CH. C. 6729
Carotte CH. C. 6730
Carotte CH. C. 6838
6-1-3-7 : Conclusions à l'étude du Canyon Gascogne I 97
6 - 1 - 4 : Canyon des Sable d'Olonne
6-1-4-1 : Situation géographique 99
6-1-4-2 : Localisation des carottes 101
6-1-4-3 : Partie amont du canyon 101
Carotte CH. C. 6711
Carotte CH. C. 6717
6-1-4-4 : Partie médiane du canyon 103
Carotte CH. C. 6719
6-1-4-5 : Partie aval du canyon 105
Carotte CH. C. 6714
6-1-4-6 : Comparaison avec le Canyon Gascogne I 109
6 - 1 - 5 : Canyon de Santander
6-1-5-1 : Généralités 109
6-1-5-2 : Etude des prélèvements 111
Carotte CH. C. 6969
Carotte CH. C. 6970
Carotte CH. C. 6964
6-1-5-3 : Conclusions 113
6 -1 - 6 : Gouf de Cap-Breton
6-1-6-1 : Généralités 115
6-1-6-2 : Amont du Gouf 115
Carotte I.G.B.A. 6813
Carottes I.G.B.A.6808
6809-6810-6812
6-1-6-3 : Partie médiane du Gouf 119
A l'E. du seuil
Carotte I.G.B.A. 6805
Carotte I.G.B.A. 6807
A l'W. du seuil
Carotte I.G.B.A. 6806
Carotte I.G.B.A. 6732
6-1-6-4 : Partie aval du Gouf 125
Carotte I.G.B.A. 6802
Carotte I.G.B.A. 6804
Carotte I.G.B.A. 6803
6-1-6-5 : Conclusions 126
6-1-6-6 : Comparaison des résultats du Gouf de Cap-Breton avec les canyons septentrionaux 126

6-2 LE QUATERNAIRE DE LA PLATEFORME CONTINENTALE
6 - 2 - 1 : Généralités 129
6 - 2 - 2 : Situation de la zone étudiée
6 - 2 - 3 : Matériel disponible
6 - 2 - 4 : Etude des dragages 131
6-2-4-1 : Richesse générale de la microfaune
6-2-4-2 : Répartition des principales espèces sur la plate-forme
6 - 2 - 5 : Conclusions 135

CHAPITRE 7 – CONCLUSIONS
7-1 : ETABLISSEMENT D'UNE ECHELLE STRATIGRAPHIQUE
7 - 1 - 1 : Résultats donnés par les microfaunes planctoniques 137
- Etablissement de la succession de base
- Précisions en ce qui concerne les termes moyens du Würm
- Précisions en ce qui concerne les termes supérieurs du Würm et l'Holocène.
- Conclusions
7 - 1 - 2 : Résultats donnés par les datations au 14 C 141
- Discussion des résultats obtenus
7 - 1 - 3 : Essai de chronologie 143

7-2 : VARIATION DE LA SEDIMENTATION DANS LE GOLFE DE GASCOGNE
7 - 2 - 1 : Répartition des domaines géographiques sans sédimentation récente 145
7-2-1-1 : Importance de la lacune
7-2-1-2 : Cause de ces lacunes
7 - 2 - 2 : Répartition des domaines à fort taux de sédimentation 147
7-3 CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS STADES CLIMATIQUES RECONNUS DANS LE GOLFE DE GASCOGNE 148
7-4 : AMPLITUDE DES VARIATIONS DE TEMPERATURE AU COURS DES DERNIERES GLACIATIONS
7 - 4 - 1 : Rappel des travaux de BANDY 151
7 - 4 - 2 : Application
7 - 4 - 3 : Résultats
7 - 4 - 4 : Hypothèses sur le déplacement des domaines climatiques
7 - 4 - 5 : Origine de certains matériaux détritiques

7-5 : COMPARAISON DES RESULTATS AVEC D'AUTRES DOMAINES D'ETUDE
7 - 5 - 1 : Domaines marins
7-5-1-1 : Domaine Atlantique tropical et subtropical
7-5-1-2 : Domaine Méditerranéen
7 - 5 - 2 : Domaine continental
S.W. de la France

7-6 : ESSAI DE PALEOGEOGRAPHIE ET CONCLUSIONS 161

BIBLIOGRAPHIE 163

COORDONNEES DES CAROTTES ET DES DRAGAGES 177

LEGENDE DES FIGURES ET DES TABLEAUX 181

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES 189

ERRATA

p. 17	ligne 19 -	lire : soit un volume de sédiment de 0,5 dm3 environ -
p. 105	ligne 5 -	lire : portion médiane du canyon
p. 135	ligne 2 -	lire : *Globorotalia scitula*
p. 155	ligne 8 -	lire : au niveau des côtes N de l'Islande
p. 160	ligne 6 -	lire : (ci-dessus, p. 144) -
Pl. V	fig. 2 - n°3	lire : *Globigerinita glutinata*
Pl. VI	fig. 2 - n°6	lire : *Globigerinella aequilateralis*

PLANCHES

Le grossissement de l'ensemble des figures est de 45 environ

PLANCHE I

FIG. 1. — *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG), forme dextre
CH. C. 6929 : 7,40 m de profondeur.

FIG. 2. — *Globigerina quinqueloba* NATLAND
CH. C. 6709 : 1,60 m de profondeur.

Ci-contre, les figures 1 *et* 2
sont inversées

FIG. 1.

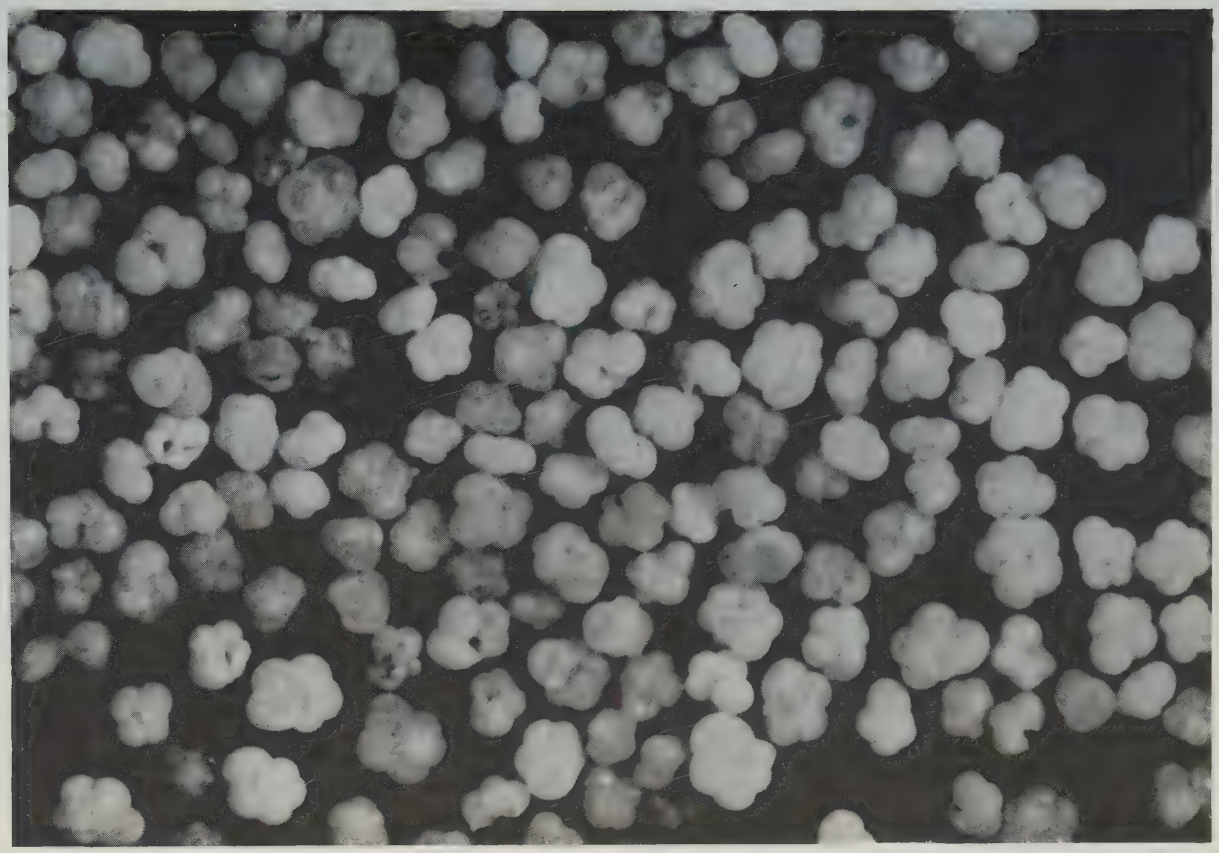


FIG. 2.

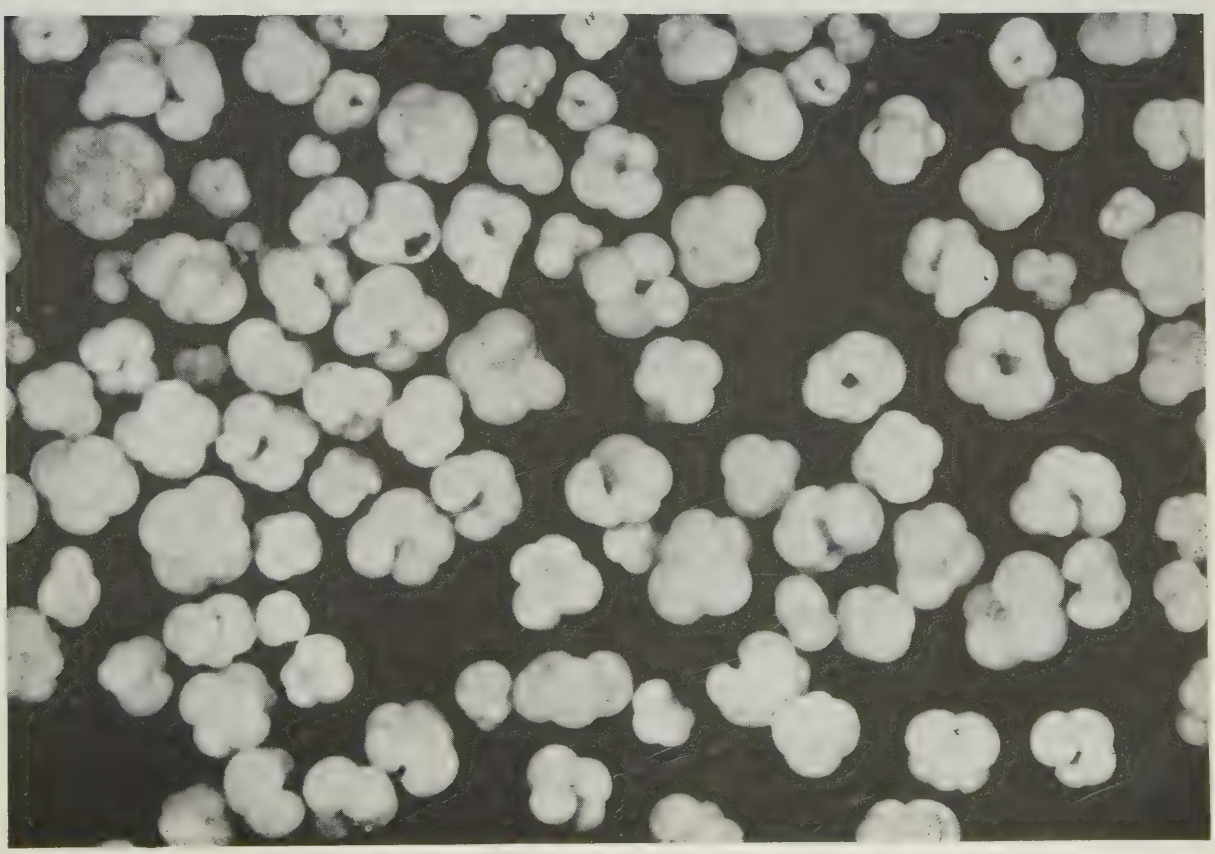


PLANCHE II

FIG. 1. — *Globigerinita glutinata* (EGGER)
CH. C. 6928 : 5,10 m de profondeur.

FIG. 2. — *Globigerinita humilis* (BRADY)
Etalon abyssal CH. D. 6999.

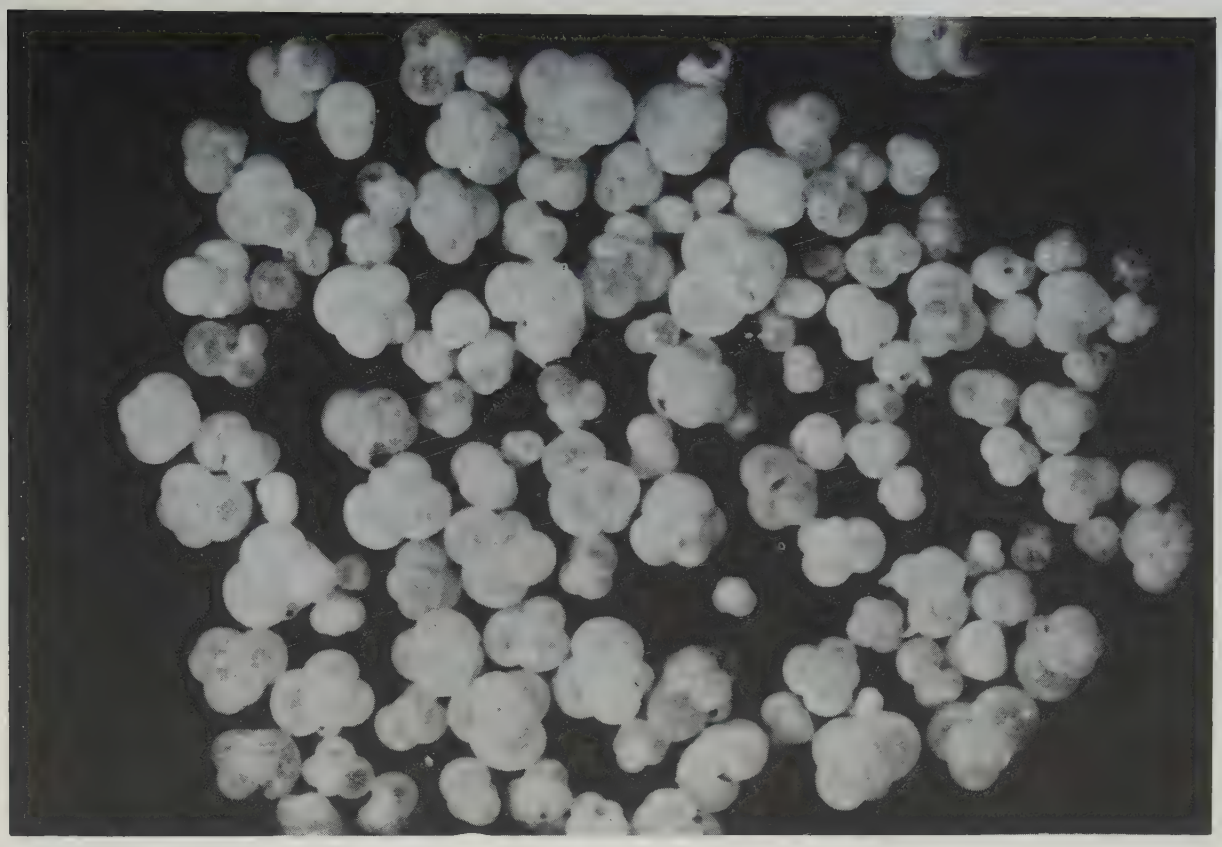


FIG. 1.

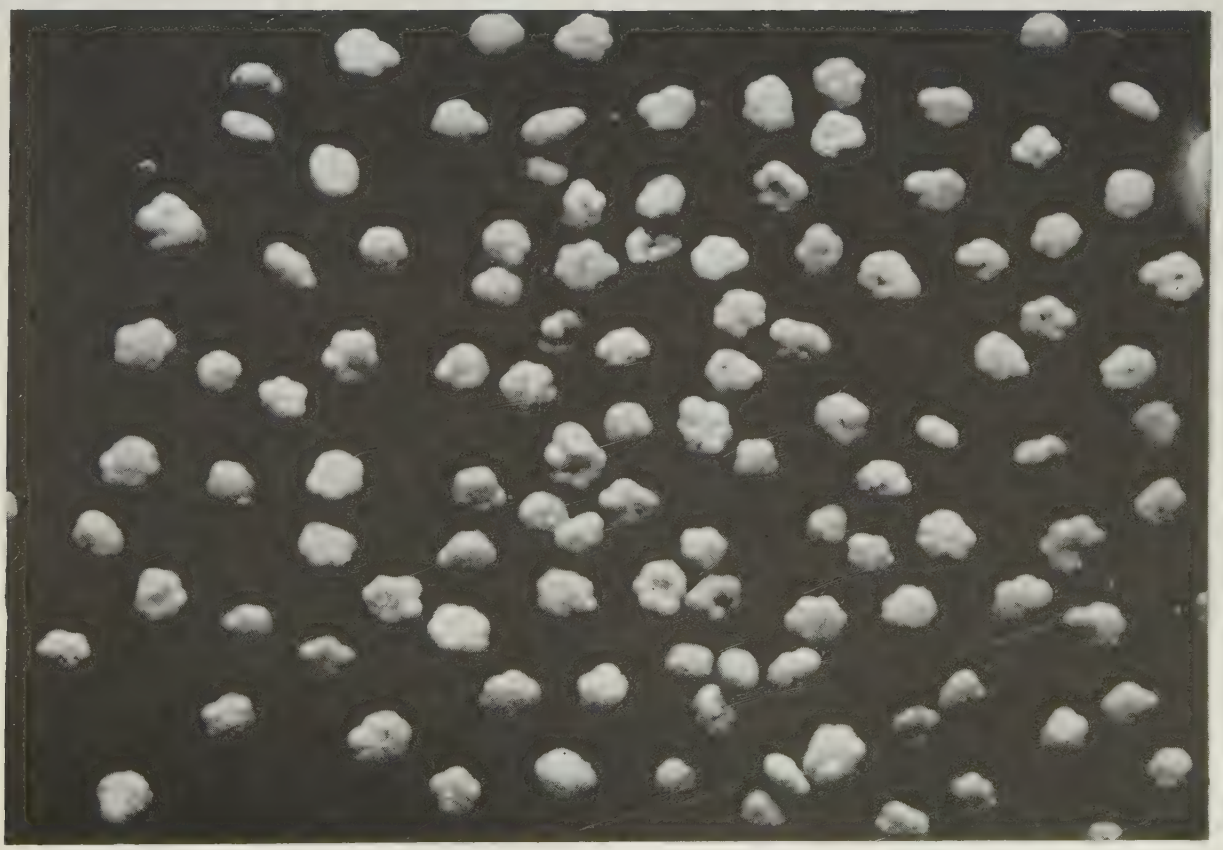


FIG. 2.

PLANCHE III

FIG. 1. — *Globigerinoïdes conglobatus* (BRADY)
CH. C. 6931 : 7,60 m de profondeur.

FIG. 2. — *Globigerinoïdes ruber* (d'ORBIGNY)
CH. C. 6714 : 1,70 de profondeur.

FIG. 1.

FIG. 2.

PLANCHE IV

FIG. 1. — *Globoratalia inflata* (d'ORBIGNY)
Etalon abyssal CH. D. 6999.

FIG. 2. — *Globorotalia scitula* (BRADY)
CH. C. 6928 : 2,30 m de profondeur.

FIG. 1.

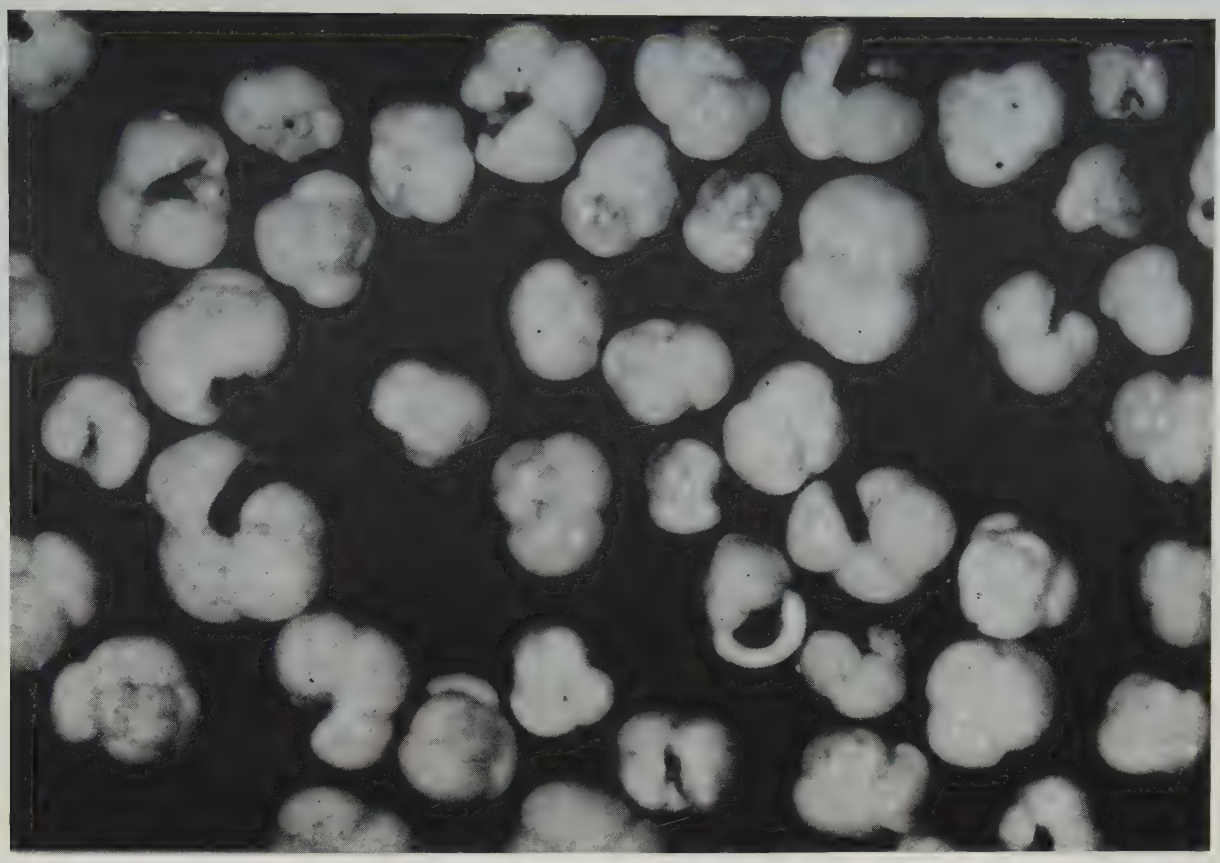


FIG. 2.

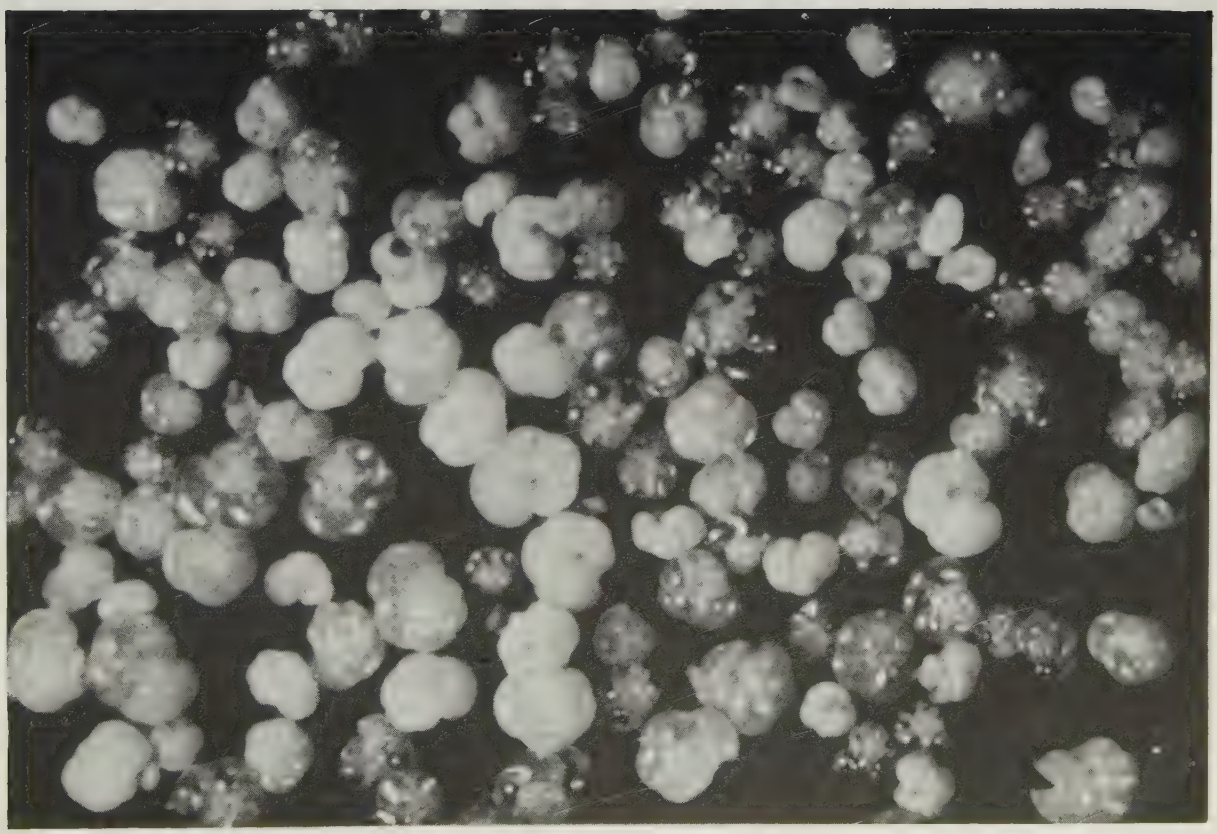


PLANCHE V

FIG. 1. — Coupe-type CH. C. 6928 Holocène
Résidu de lavage du niveau de surface.

FIG. 2. — Même niveau : association faunique

1. *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG), forme dextre
2. *Globigerina quinqueloba* NATLAND
3. *Globigerina bulloïdes* d'ORBIGNY
4. *Globicerinita glutinata* (EGGER)
5. *Globorotalia inflata* (d'ORBIGNY)
6. *Globigerinella æquilateralis* BRADY
7. *Globorotalia truncatulinoïdes* (d'ORBIGNY)
8. *Globigerinoïdes ruber* (d'ORBIGNY)

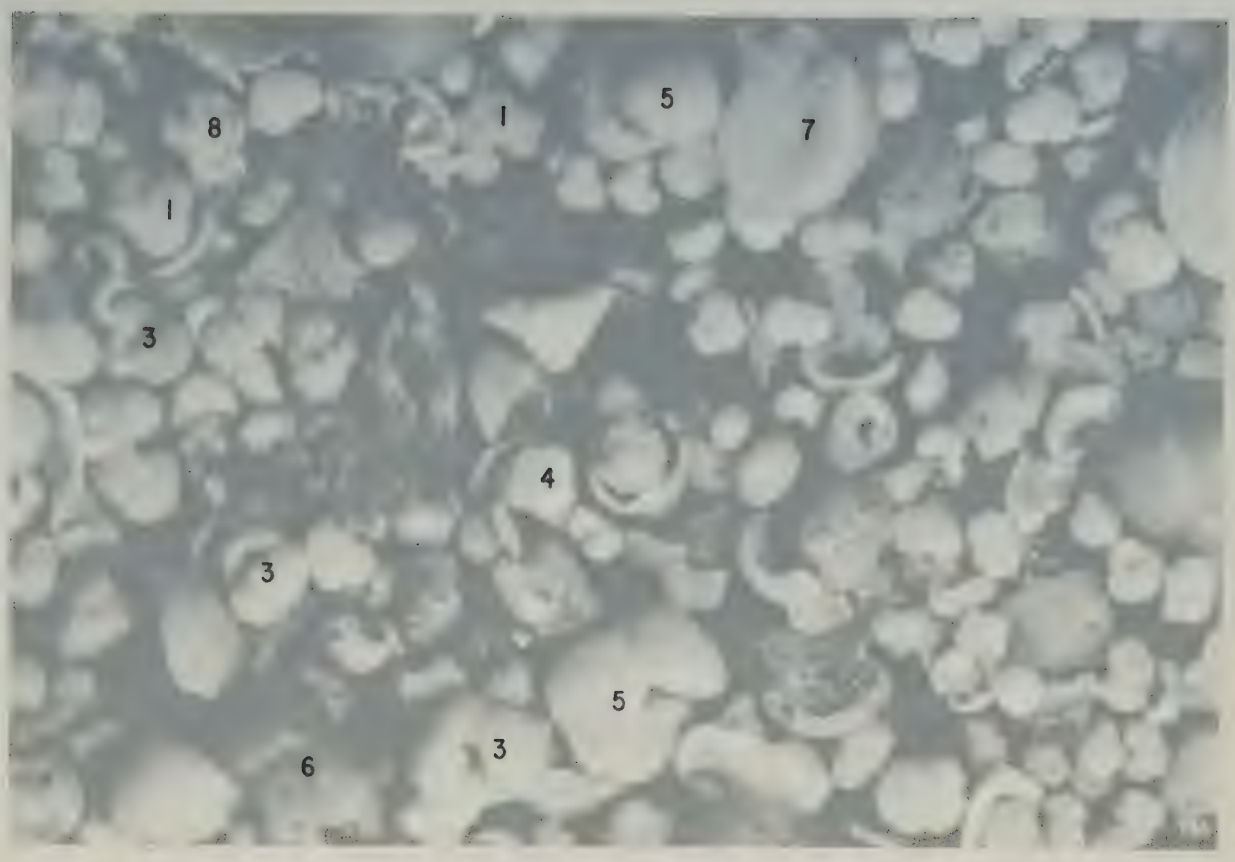


FIG. 1.

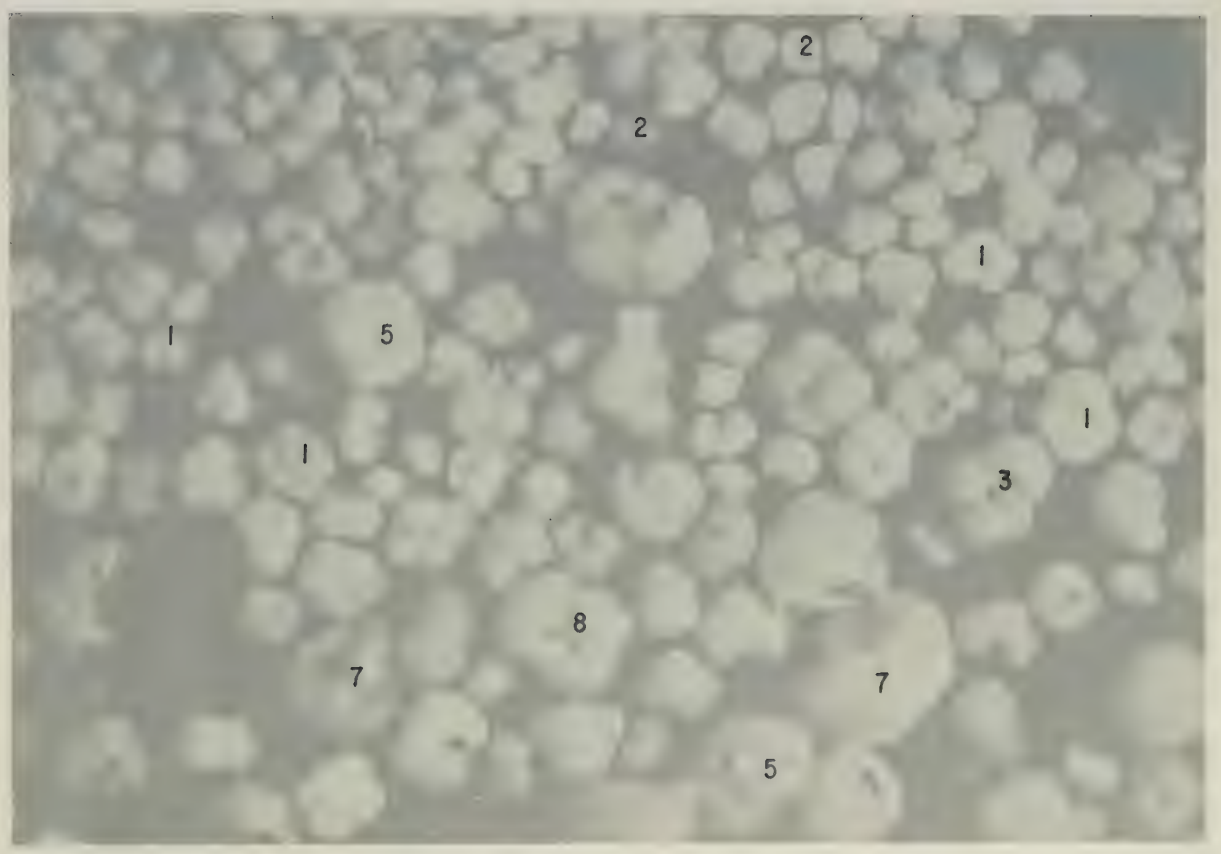


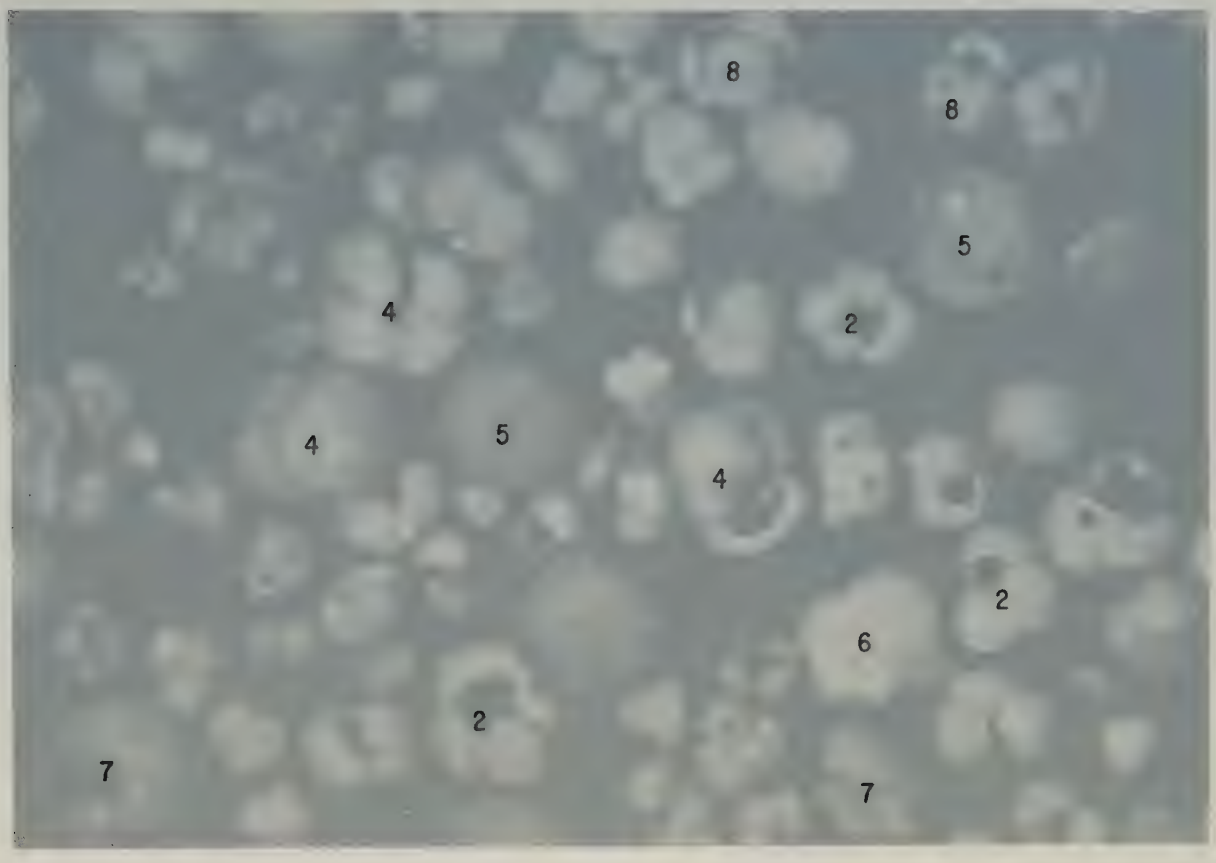
FIG. 2.

PLANCHE VI

FIG. 1. — CH. C. 6707, niveau de surface
Association faunique

FIG. 2. — CH. C. 6714, niveau de surface
Association faunique

1. *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG), forme dextre
2. *Globigerina bulloïdes* d'ORBIGNY
3. *Globorotalia scitula* (BRADY)
4. *Globorotalia inflata* (d'ORBIGNY)
5. *Orbulina universa* d'ORBIGNY
6. *Globogerinella æquilateralis* BRADY
7. *Globorotalia truncatulinoïdes* (d'ORBIGNY)
8. *Globigerinoïdes ruber* (d'ORBIGNY)


8
8
5
4
2
4
5
4
2
6
2
7
7

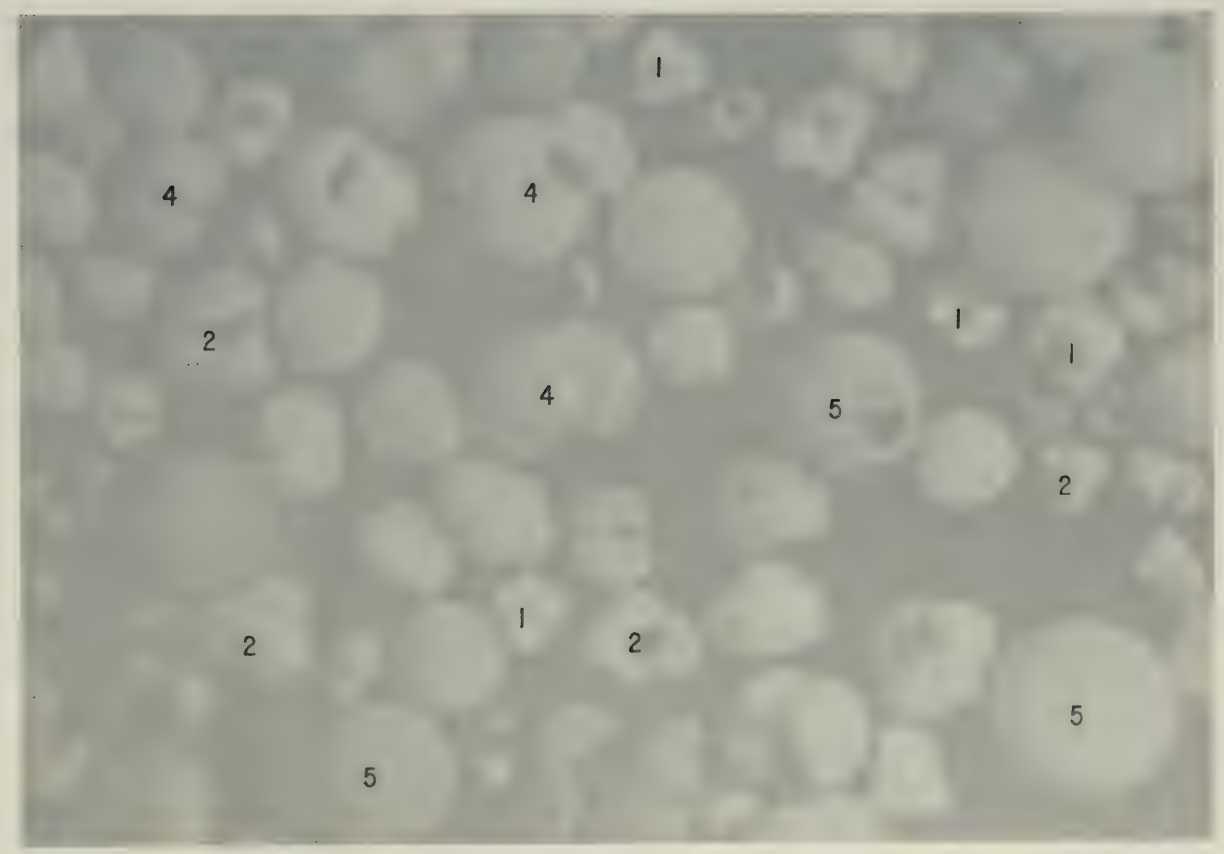

1
4
4
2
1
1
4
5
2
1
2
2
5
5

PLANCHE VII

FIG. 1. — Coupe-type CH. C. 6928 : Würm III
Résidu de lavage : 1,00 m de profondeur.

FIG. 2. — CH. C. 6976 : Würm III
Résidu de lavage : 0,50 m de profondeur
Globigerina pachyderma (EHRENBERG), forme senestre.

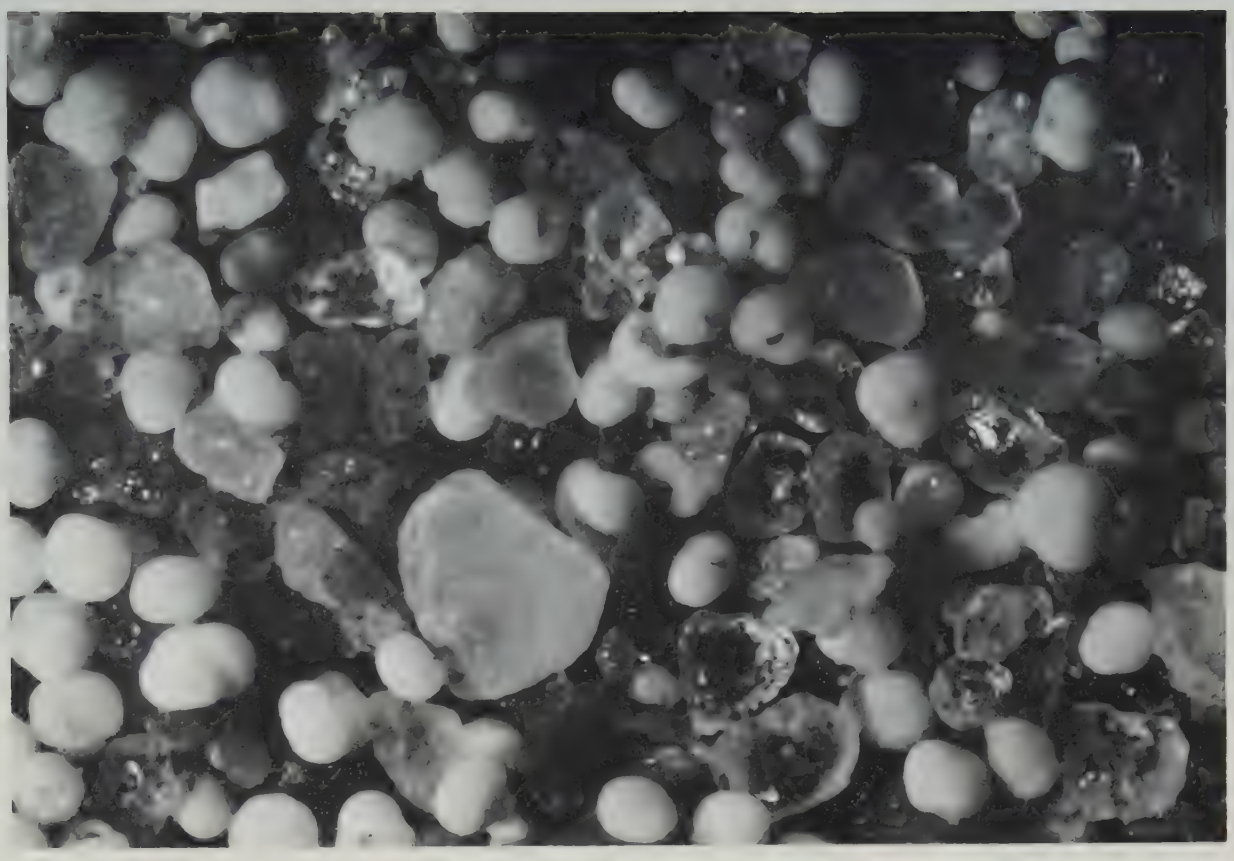


FIG. 2.

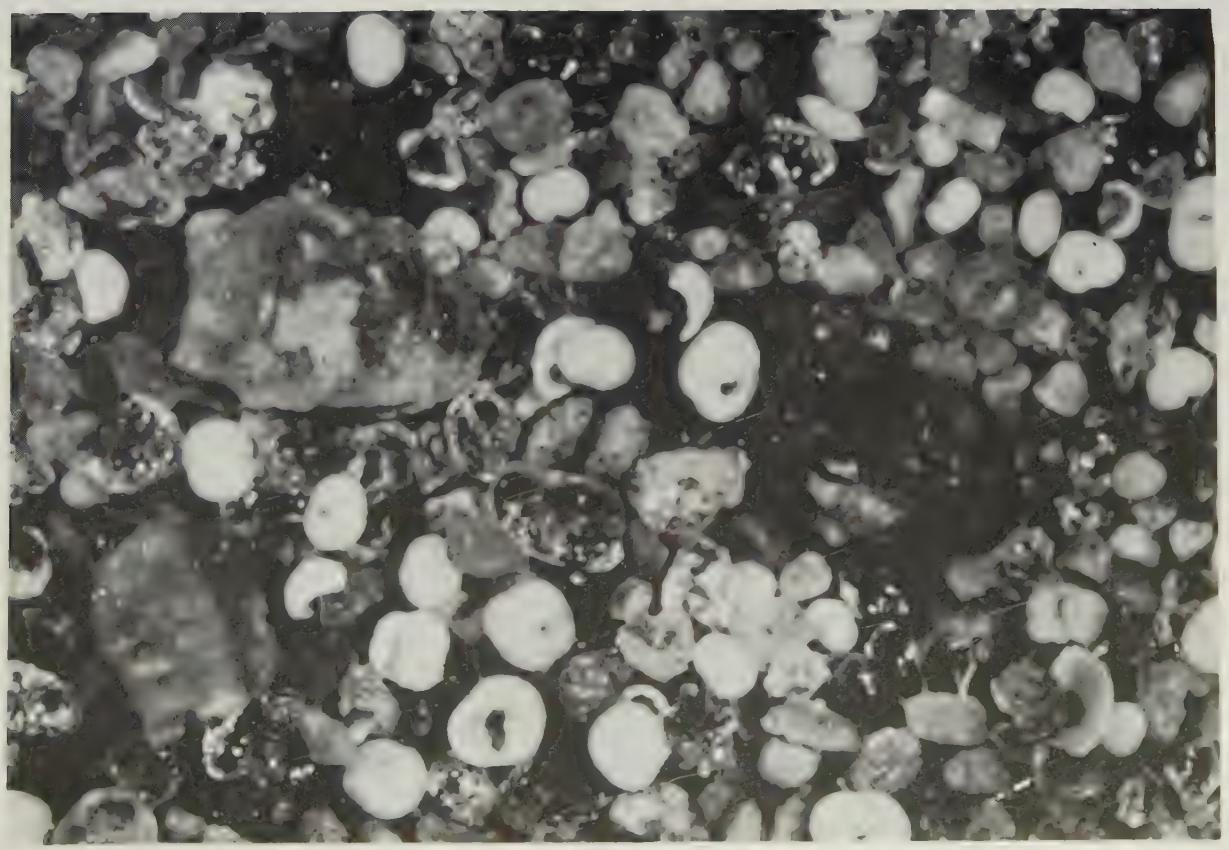


PLANCHE VIII

FIG. 1. — Coupe-type CH. C. 6928 : Interstade Würm II - Würm III
Résidu de lavage : 2,55 m de profondeur.

FIG. 2. — CH. C. 6969 : Würm II
Résidu de lavage : 3,90 m de profondeur.

1. *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG), forme senestre
2. *Globigerina quinqueloba* NATLAND
3. Pteropodes
4. *Globigerina bulloïdes* d'ORBIGNY
5. *Globigerinita glutinata* (EGGER)
6. *Globorotalia scitula* (BRADY)
7. *Globorotalia inflata* d'ORBIGNY
8. *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG), forme dextre

Fig. 1.

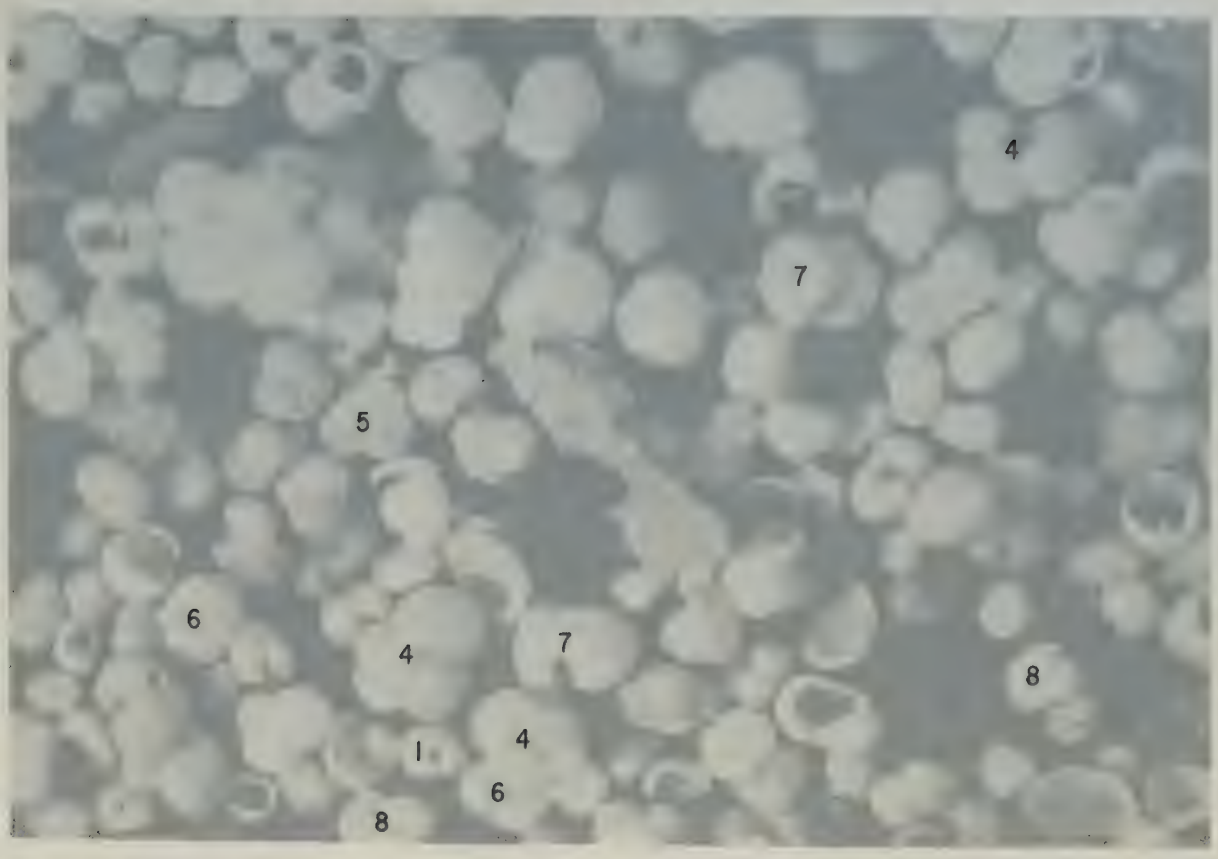


Fig. 2.

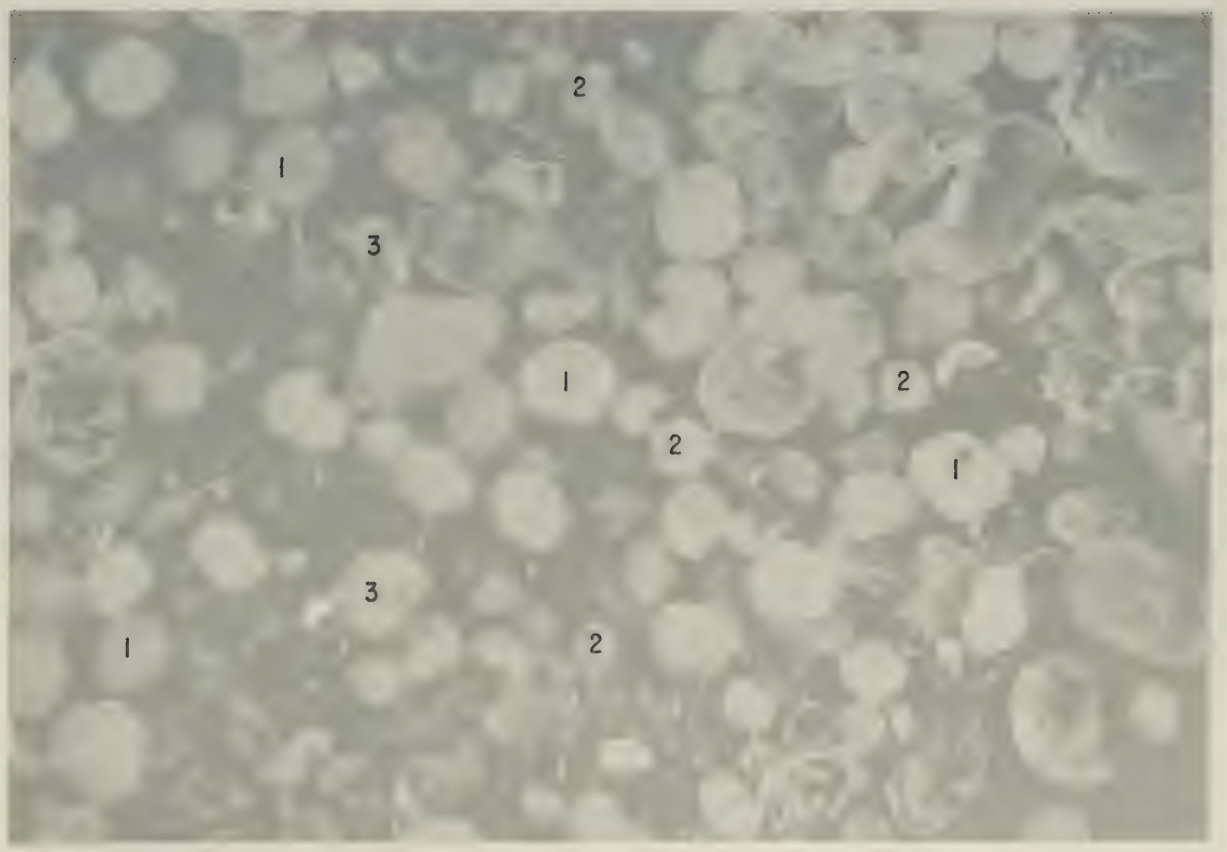
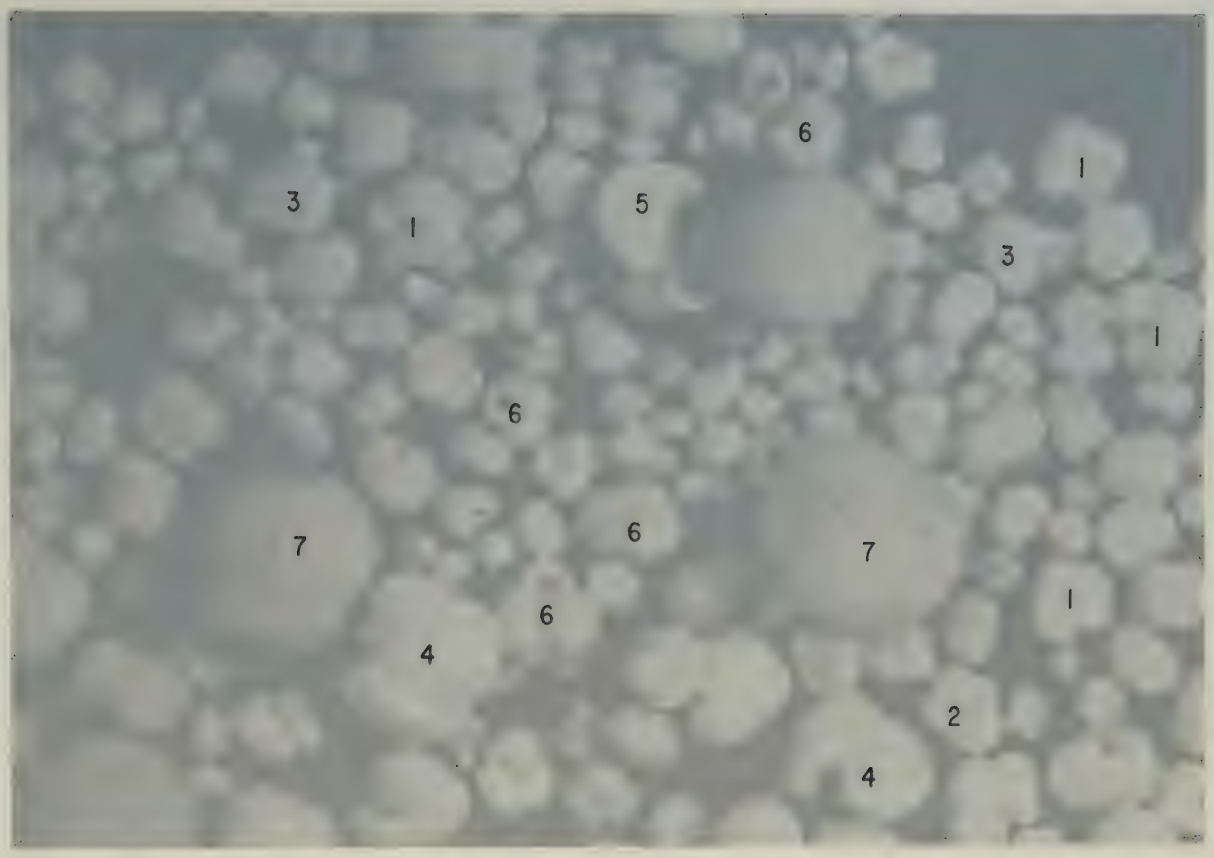


PLANCHE IX

FIG. 1. — CH. C. 6931 : Interglaciaire Riss-Würm
Association faunique à 7,60 m de profondeur

1. *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG), forme dextre
2. *Globigerina bulloïdes* d'ORBIGNY
3. *Globigerinita glutinata* (EGGER)
5. *Globorotalia truncatulinoïdes* (d'ORBIGNY)
6. *Globigerinoïdes ruber* (d'ORBIGNY)
7. *Globigerinoïdes conglobatus* (BRADY)

FIG. 2. — CH. C. 6931 : Riss
Résidu de lavage à 11,00 m de profondeur
Globigerina pachyderma (EHRENBERG), forme senestre


6
1
3
5
1
3
1
6
7
6
7
1
6
4
2
4

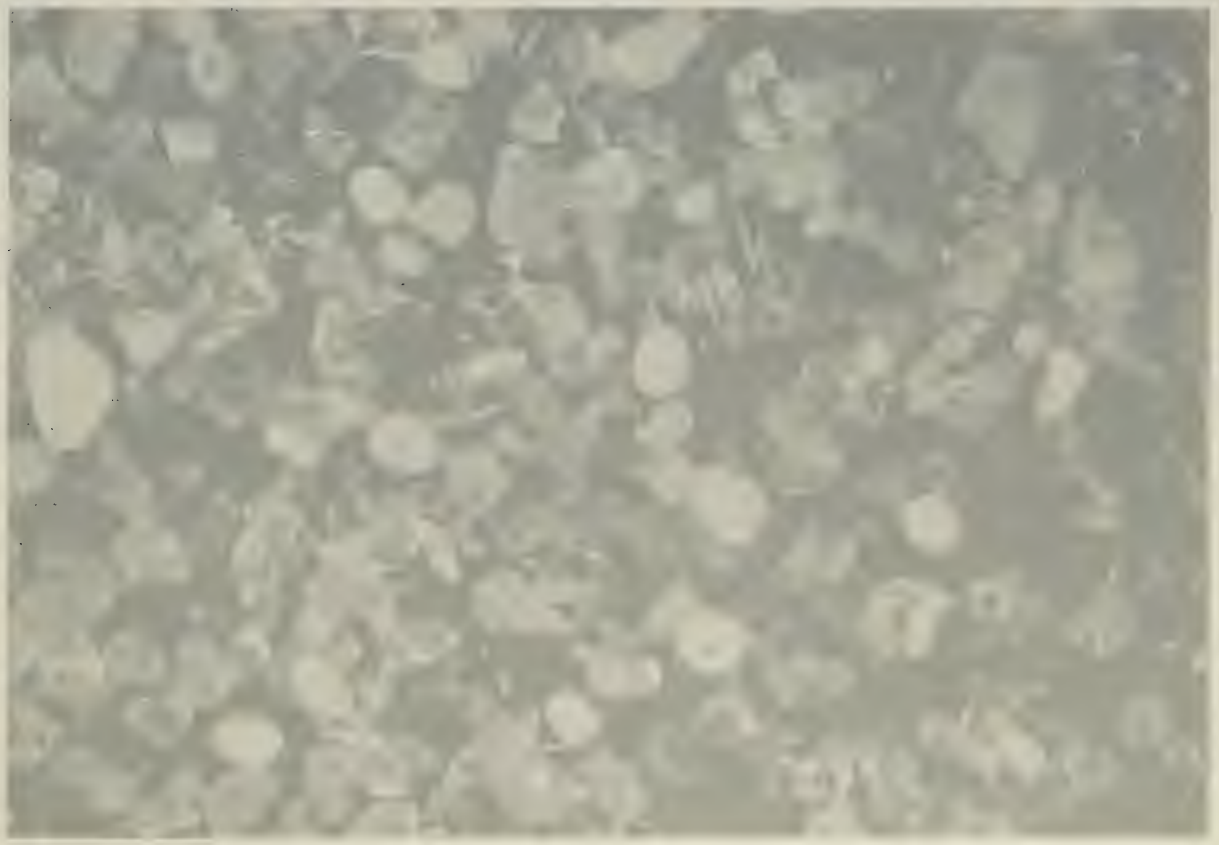


PLANCHE X

FIG. 1. — CH. C. 6922 : Riss
Résidu de lavage à 2,40 m de profondeur

1. *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG), forme senestre
2. *Globigerinita glutinata* (EGGER)

FIG. 2. — I.G.B.A. 6812 : Holocène .
Association faunique à 1,70 m de profondeur

1. *Globigerina pachyderma* (EHRENBERG), forme dextre
2. *Globigerina bulloïdes* d'ORBIGNY
3. *Globorotalia scitula* (BRADY)
4. *Globoratalia inflata* (d'ORBIGNY)
5. *Globigerinella æquilateralis* (BRADY)
6. *Orbulina universa* d'ORBIGNY
7. *Globorotalia truncatulinoïdes* (d'ORBIGNY)

FIG. 1.

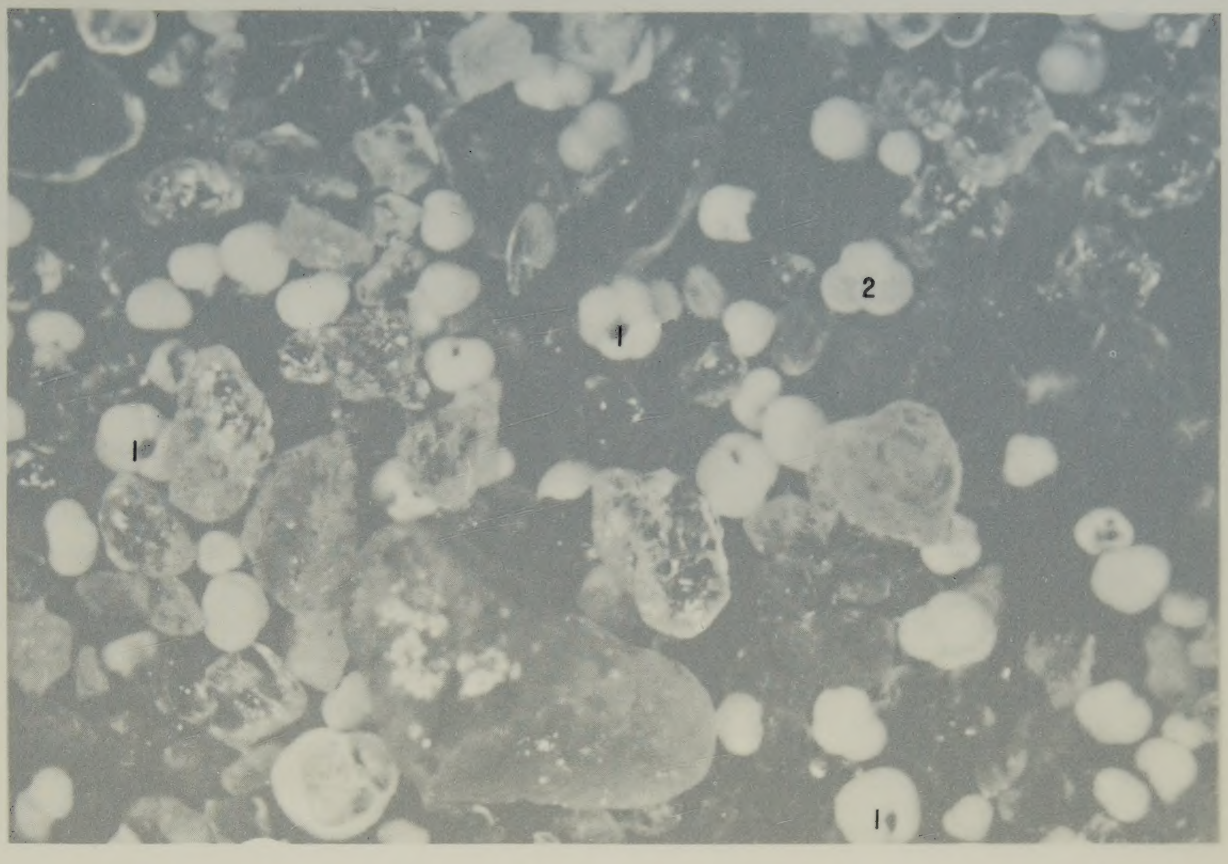
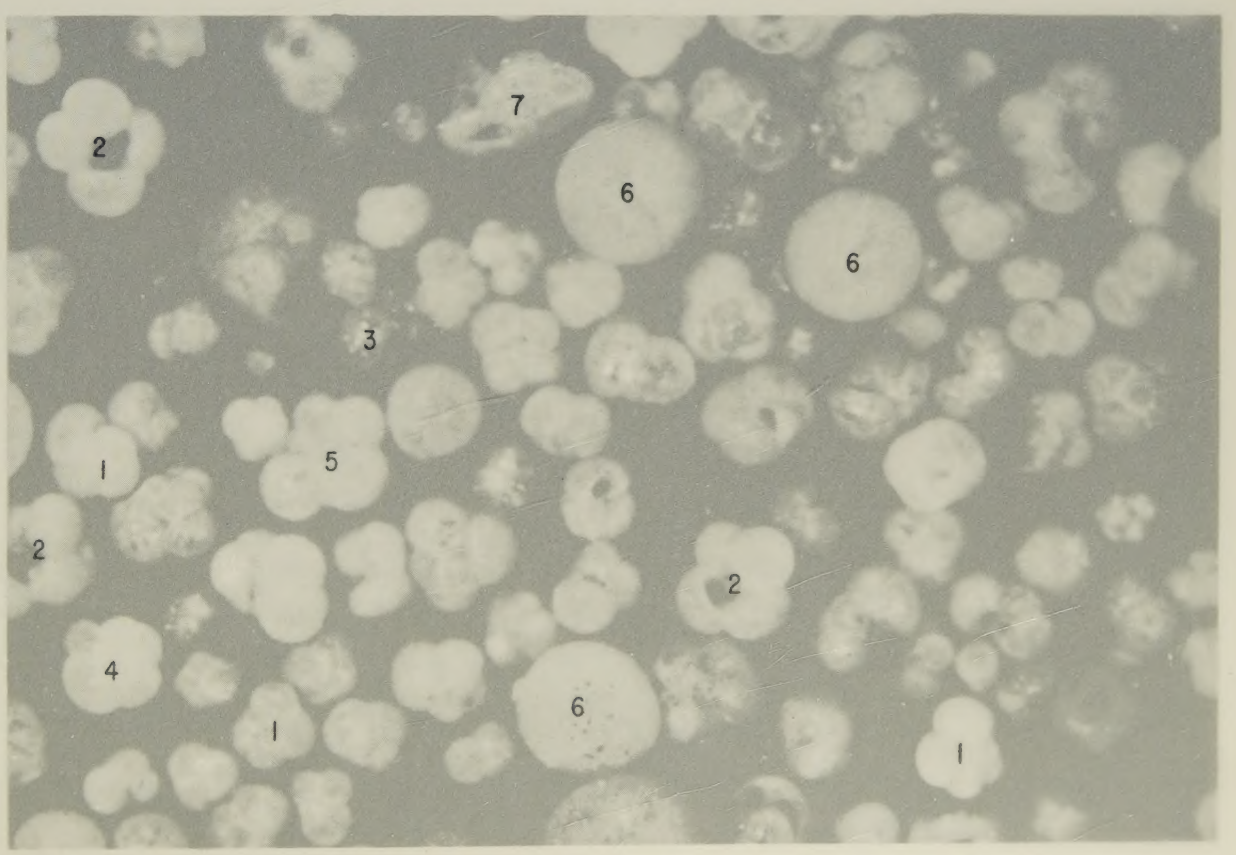



FIG. 2.